修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院　情報理工学研究科　知能機械工学専攻　博士前期課程		
氏　　　名	辻村　諒太	学籍番号	1132049
論 文 題 目	3 次元 CAD を用いた日本人アスリートの身体部分慣性係数の算出と応用		

要　　旨

身体運動を分析する際，身体のモデル化を行うが，このとき身体部分の質量，質量中心位置，慣性モーメントなどの身体部分慣性係数（Body Segment inertia Parameters．以下，BSP）が必要である．分析の対象となる被験者の BSP には，既存の研究で得られた BSP の代表値や推定式による推定値を用いることが多いが，より正確な値を得るには被験者の BSP を個別に計測することが望ましい．近年，モーションキャプチャーシステムなどの計測機器の開発が進み，運動計測の精度が高まってきていることから，動作分析の精度を上げるためには，誤差要因のそれぞれを改善していくことが求められる．そのため，様々な形態的特徴をもつ被験者に対して精度の高い BSP を算出し，実用的な BSP の提供方法とその適用の限界に関する研究を行うことが，今後のスポーツバイオメカニクス分野での重要な課題の 1 つであるといえる．

近年，形状計測技術の発達により，身体表面の 3 次元位置座標を容易に取得することが可能となった．阿部ら（2010）は，3 次元人体形状計測装置および 3 次元 CAD ソフトなどの技術を応用して，被験者に負担をかけず，より精度の高い BSP を算出するための新たな手法を開発し，青年男女アスリートの BSP を算出している．この研究における被験者はオリンピックや世界選手権の日本代表に選出された経験をもつ選手や，日本ランキングで上位の記録をもつ選手など，国内トップクラスのアスリートであるが，対象被験者の競技種目が 2 種目と少なかった．そこで本研究では様々な競技種目のアスリート 245 名を対象に個々の BSP を算出した．その結果，競技特性による形態的特徴に違いがみられる日本人青年男女のトップアスリートの BSP には，有意な性差および種目差がみられることがわかった．

また，これまでわが国では，阿江（1996）の推定式を用いることにより，広い範囲の日本人青年男女の BSP を推定し，動作分析で用いてきた．しかし，阿江の推定式は，容易に計測できる部分長と体重を用いて推定を行っているため，筋の発達による身体部分の太さなどの形態的特徴は BSP に反映されないという欠点があった．そこで本研究では，ステップワイズ重回帰分析法を用いて，身長，体重，体脂肪率，部分長，部分の周囲長を説明変数とする日本人青年アスリートの BSP の推定式を男女別に作成し，交差妥当性検証による推定式の精度検証を行った．その結果，従来の方法と同等以上の精度で日本人アスリートの BSP を推定する推定式を作成することができた．

平成 24 年度修士論文

3 次元 CAD を用いた日本人アスリートの身体部分慣性係数の算出と応用

電気通信大学大学院　情報理工学研究科
知能機械工学専攻　吉川・岡田研究室
1132049　辻村諒太

目次

1. 緒言 ・・・ **1**

1.1　研究背景 ・・・ 1

2. 文献研究 ・・・ **3**

2.1　既存の BSP 算出方法について ・・・ 3

2.2　日本人青年アスリートの動作分析や
運動のシミュレーションにおける BSP ・・・ 13

3. 目的 ・・・ **16**

4. 方法 ・・・ **17**

4.1　被験者 ・・・ 17

4.2　3 次元 CAD を用いた BSP の算出方法 ・・・ 19

5. 結果と考察 ・・・ **29**

5.1　アスリートの形態的特徴の違いが BSP に及ぼす影響 ・・・ 29

5.2　阿江の推定式（1996）との比較 ・・・ 50

5.3　日本人青年アスリートの BSP 推定式の作成 ・・・ 53

6. 結言 ・・・ **63**

謝辞 ・・・ **65**

引用・参考文献 ・・・ **66**

1. 緒言

1.1 研究背景

身体運動の分析は，映像などにより動作中の身体各部の位置変化をとらえる kinematics と，個々の関節の力やトルクなど，その運動がどのような力によって引き起こされているかを検討する kinetics に大別される．これら 2 つの分析から得られる変数（kinematics 変数，kinetics 変数）は運動方程式を介して密接に関わっており，kinematics 変数から kinetics 変数を知ることを逆動力学的解析という．逆動力学的解析により生体内力を推定する際，身体のモデル化を行うが，このとき身体部分の長さに加えて，質量，質量中心位置，慣性モーメントなどの慣性特性に関する情報が必要である．これらの慣性特性の大きさを表す係数は身体部分慣性係数（Body Segment inertia Parameters. 以下，BSP）と呼ばれ，逆動力学的解析のみならず, 運動のシミュレーションなどの順動力学的解析でも不可欠なものである．

身体運動における動作分析や運動のシミュレーションを行う際には，被験者の BSP を個別に計測するか，既存の研究で得られた BSP や BSP の推定式を利用するかのいずれかを採用する．BSP は，身体の区分定義，性別，年齢，人種の違いにより異なることが指摘されている（横井ら，1985）．岡田ら（1996）は，男性 90 名，女性 89 名の日本人高齢者の BSP を測定し，高齢者の BSP における性差, 青年との世代差，人種差などを検討している．その中で身体部分の多くに有意な性差がみられ，女性の動作分析に男性の BSP を用いること，あるいは，その逆は望ましくないと述べている．青年との比較では，男女とも有意な世代差がみられたことから，日本人高齢者の BSP は日本人青年のものと異なることを明らかにしている．また，カナダ人高齢者との比較において，身体部分の質量および慣性モーメントが日本人とカナダ人では大きく異なっていたと報告している．このように，個々

のBSPは様々な要因により異なると考えられるため，既存の研究で得られたBSPを利用する場合には，研究の目的，対象となる被験者の特性を考慮して，適切なものを選択する必要があると考えられる．

一方で，身体運動の分析で算出される力学量への影響は，BSP の相違よりも身体運動の計測誤差やデータの平滑化に用いる遮断周波数の影響の方が大きいという指摘がある（Jensen，1986）．横井ら（1995）は，BSP の相違が，垂直跳の動作解析に及ぼす影響を検証している．その中で，力学量の相対的な変化量や変化パターンに着目した研究では，BSP の相違は影響しないと述べている．しかし，投球中の腕，蹴りにおける脚のように対象となる身体部分が重力以外の外力を受けない状況での分析や，特異な形態をもつ被験者を対象とした分析では，BSP のミスマッチが結果の解釈に影響を及ぼす可能性があると述べている．

近年，モーションキャプチャーシステムの開発が進み，運動計測の精度が高まってきていることから，動作分析の精度を上げるためには，誤差要因のそれぞれを改善していくことが求められる．様々な形態的特徴をもつ被験者に対して精度の高いBSPを算出し，実用的なBSPの提供とその適用の限界に関する研究を行うことは，今後のスポーツバイオメカニクス分野での重要な課題の1つであると考えられる．

2.　文献研究

2.1　既存の BSP 算出方法について

これまでに報告された BSP 算出方法は，屍体標本を用いた方法と生体標本を用いた方法に大別される．ここでは各方法を用いた主な研究について紹介する．

2.1.1　屍体標本を用いた方法

屍体標本を用いた方法では, 屍体を凍結して切断し, 各部分の体積, 質量, 密度, 質量中心位置，慣性モーメントを重心位置測定板（バランスプレート），物理振子法などによって直接測定している（図 2-1）. 動作分析によく用いられるものとして Dempster（1955）, Clauser ら（1969）, Chandler ら（1975）のものがある. Dempster は 8 体の男性の屍体標本を用いて，部分質量比，質量中心比，慣性モーメントを算出した. 実用に考慮した簡便な形で報告されており, 引用数も極めて多い. しかし, 慣性モーメントは 3 軸のうち左右軸まわりしか報告されておらず, 最近の 3 次元動作分析には適用できない．Clauser らは 13 体の男性の屍体標本を用いて，質量と質量中心位置を測定したが，慣性モーメントは報告されていない．しかし，年齢層が広い（28〜74 歳）ことから，数学モデルを用いる場合の身体密度データに引用されることが多い．Chandler らは，質量と質量中心位置に加えて，慣性乗積，慣性主軸の傾き角など慣性モーメントに関する詳細なデータを報告しているが, 屍体標本が 6 体と少なく，しかも 1 体は完全なものでないという問題がある.

以上のことから，屍体標本を用いた方法は，各部分の BSP や密度を実測できるという最大の利点があるが，標本数が少ないこと，屍体の多くが白人男性高齢者であることから，これらのデータをそのまま日本人の BSP として採用するには問題がある.

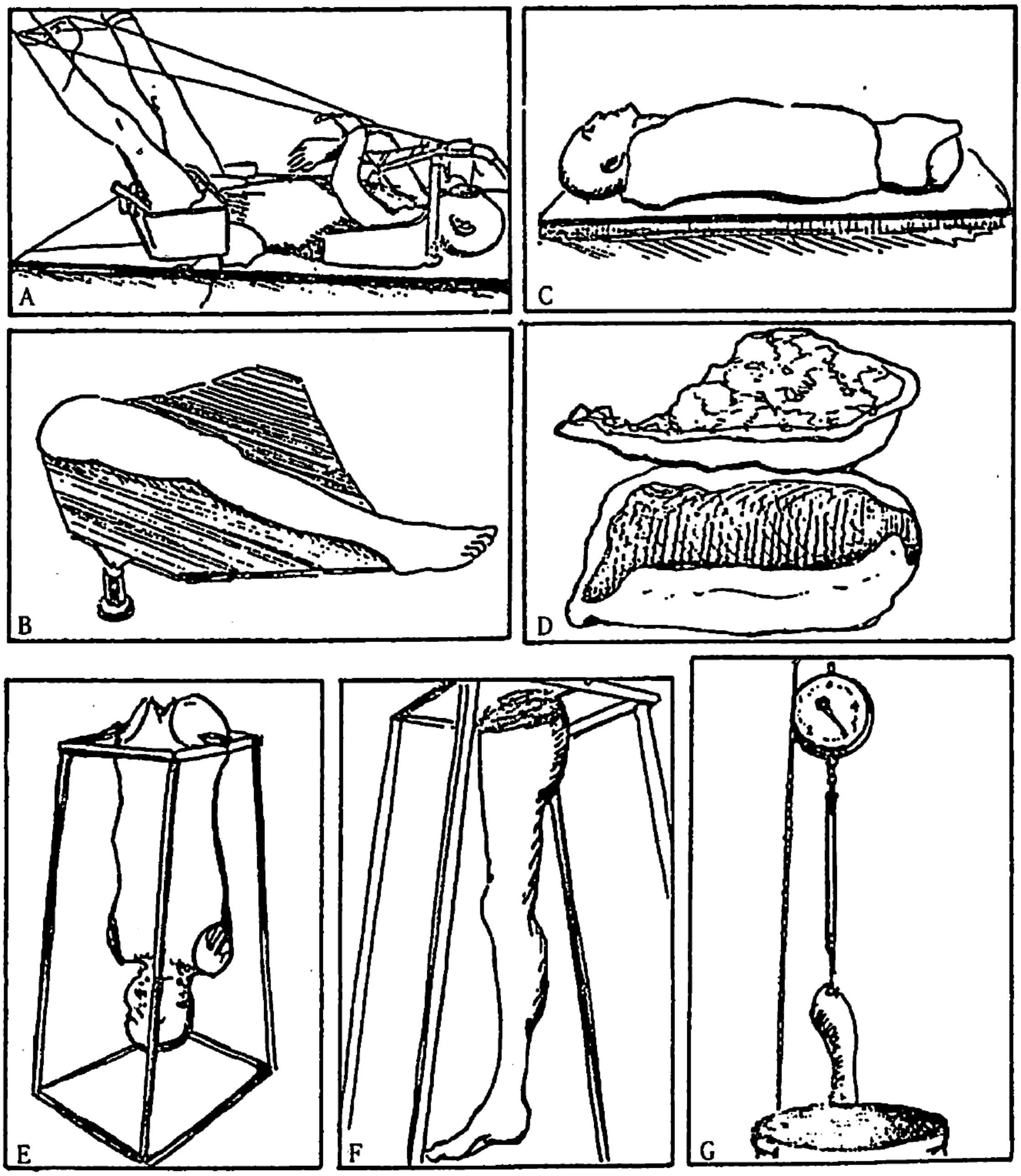


図 2-1　屍体標本による BSP の測定
(Dempster, 1955)

2.1.2　生体標本を用いた方法

生体標本を用いた主な方法としては，Plagenhoef ら（1983），Park ら（1999）などが用いた水置換法，Zatsiorsky と Seluyanov（1983），Pearsall ら（1996），Durkin ら（2002），Dumas ら（2005），Durkin と Dowling（2006），Lee ら（2009）などが用いた放射線照射法や断層撮影法（CT），Martin ら（1989），Pearsall ら（1994），Cheng ら（2000），Bauer ら（2007）などが用いた核磁気共鳴映像法（MRI）がある．水置換法は水を入れた水槽の中に身体の各部分を入れ，体積や体積中心を測定する方法である．非侵襲的であるが，各部分の密度や重心位置に関して仮定を設ける必要がある．さらに被験者への拘束条件が厳しく，時間もかかるため，正確な測定が困難である（図 2-2）．放射線照射法や断層撮影法は，物体に放射線（主にγ線や X 線）を照射したときの，物体通過後の放射線エネルギーの減衰がその物体の密度に比例することを利用した方法であり，測定の精度は高い．近年では，核磁気共鳴映像法が BSP を推定するのに用いられるようになってきた．この方法では異なる組織の識別が可能であるので，組織の密度が既知であれば，精度良く推定できる．しかし，これらの測定装置の整備に多大な費用が必要であり，全身の測定には時間がかかるため，多くの被験者を測定することは難しい．

また，生体標本を用いた他の方法として，数学モデルによる方法がある．これは，身体部分を特定の幾何学形状の剛体とみなし，剛体について求めた質量，質量中心位置，慣性モーメントなどを BSP とするもので，松井（1958），Whitsett（1962），Hanavan（1964），Jensen（1978，1986，1989，1993），横井（1986），阿江ら（1992），湯ら（1994），岡田ら（1996），Davidson ら（2008），Maa ら（2011），Vette ら（2011）などが用いている．松井のものは身体を円錐，円柱，球などを組み合わせたモデルとみなし，Whitsett，Hanavan も同様の方法を用いて BSP を算出している（図 2-3）．

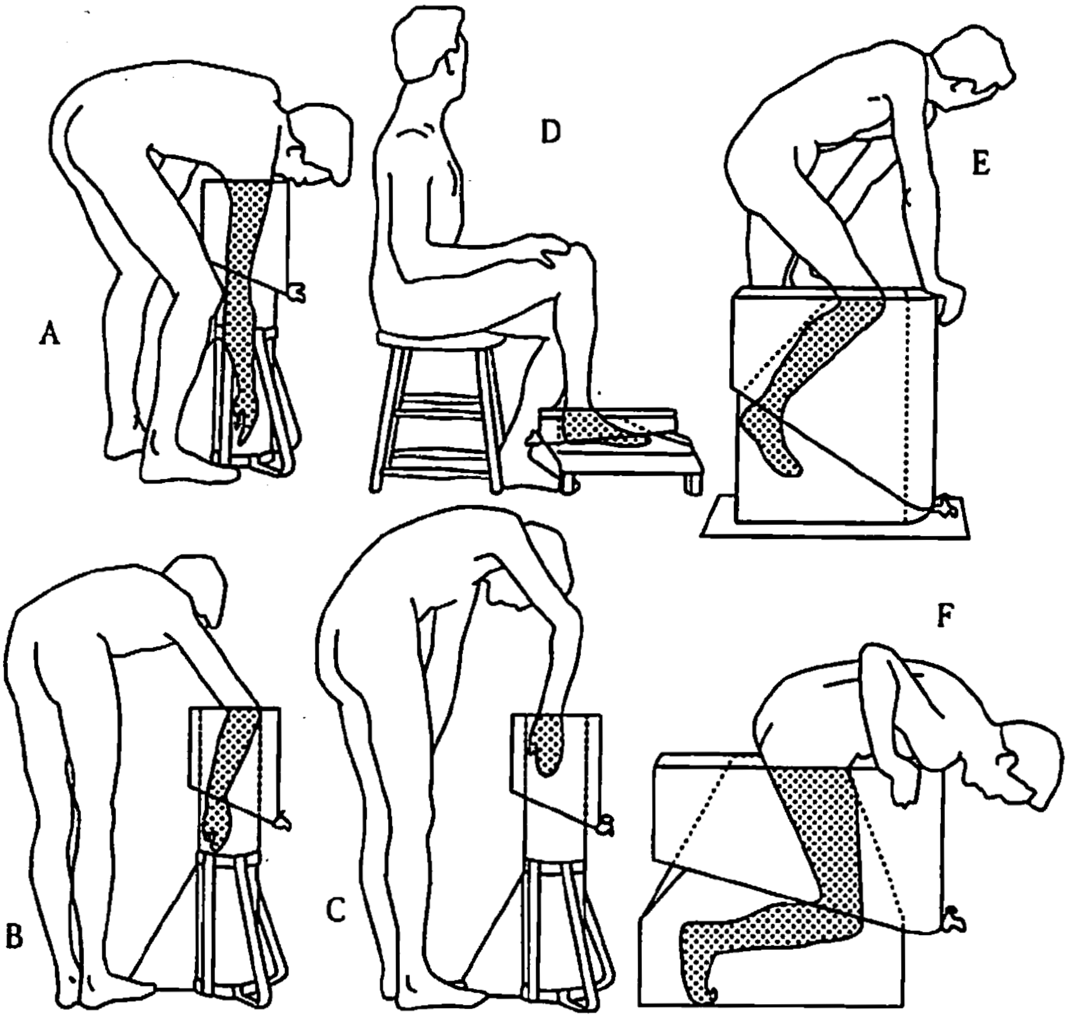


図 2-2　水置換による身体部分体積の測定
(Dempster, 1955)

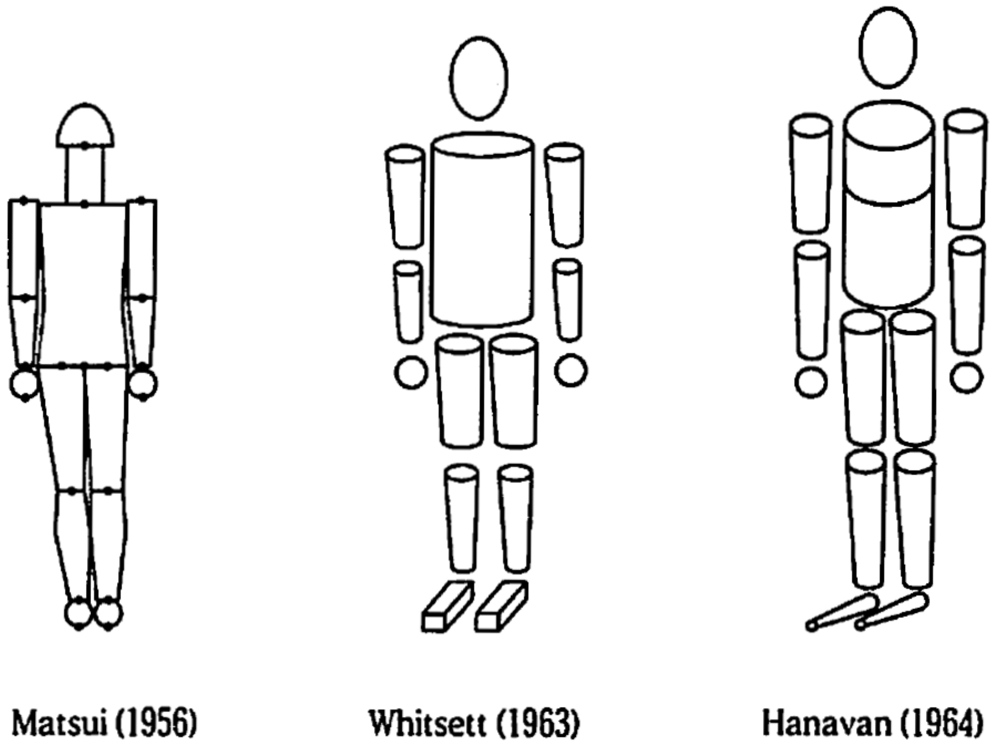


図 2-3　BSP 研究初期の数学モデル
（阿江, 1997）

この方法は簡便であるが，身体部分の形状を単純化しすぎることにより，正確性を損なうおそれがある．Jensen は，身体部分を厚さ 2 cm の楕円板の集合体にモデル化し（積層楕円板近似モデル），写真計測により各楕円板の体積を求め，BSP を報告している．より身体形状に近いモデルを作成することが可能なため，横井，阿江ら，湯ら，岡田らもこの Jensen の方法を応用して BSP を求めている（図 2-4）．Davidson らは，動作分析を行う準備として反射マーカーを取り付けた被験者を写真撮影し，3D モデルを作成して BSP の算出を行っている（図 2-5）．Maa らは一般の韓国成人男女の 3 次元スキャンデータから 3D モデルを作成して BSP の算出を行っている（図 2-6）．また，Vette らは一般人成人男性の 3 次元スキャンデータから脊椎を考慮した 3D モデルを作成して BSP の算出を行っている（図 2-7）．

このように数学モデルを用いる方法では，生体計測値の収集や BSP の算出が比較的容易であり，被験者への拘束，制限も少ない．しかし，身体形状を幾何学形状に簡略化し過ぎる場合もあり，水置換法と同様に身体部分の密度や重心位置に関して，いくつかの仮定を設けなくてはならない．

2.1.3 まとめ

以上のように，BSP の算出方法には，いずれの方法にも長所，短所がある．しかし，多数の被験者の測定を行う際には，測定時間，被験者の負担などを考慮すると，生体標本を用いた方法の中でも数学モデルによる方法が最も適していると考えられる．

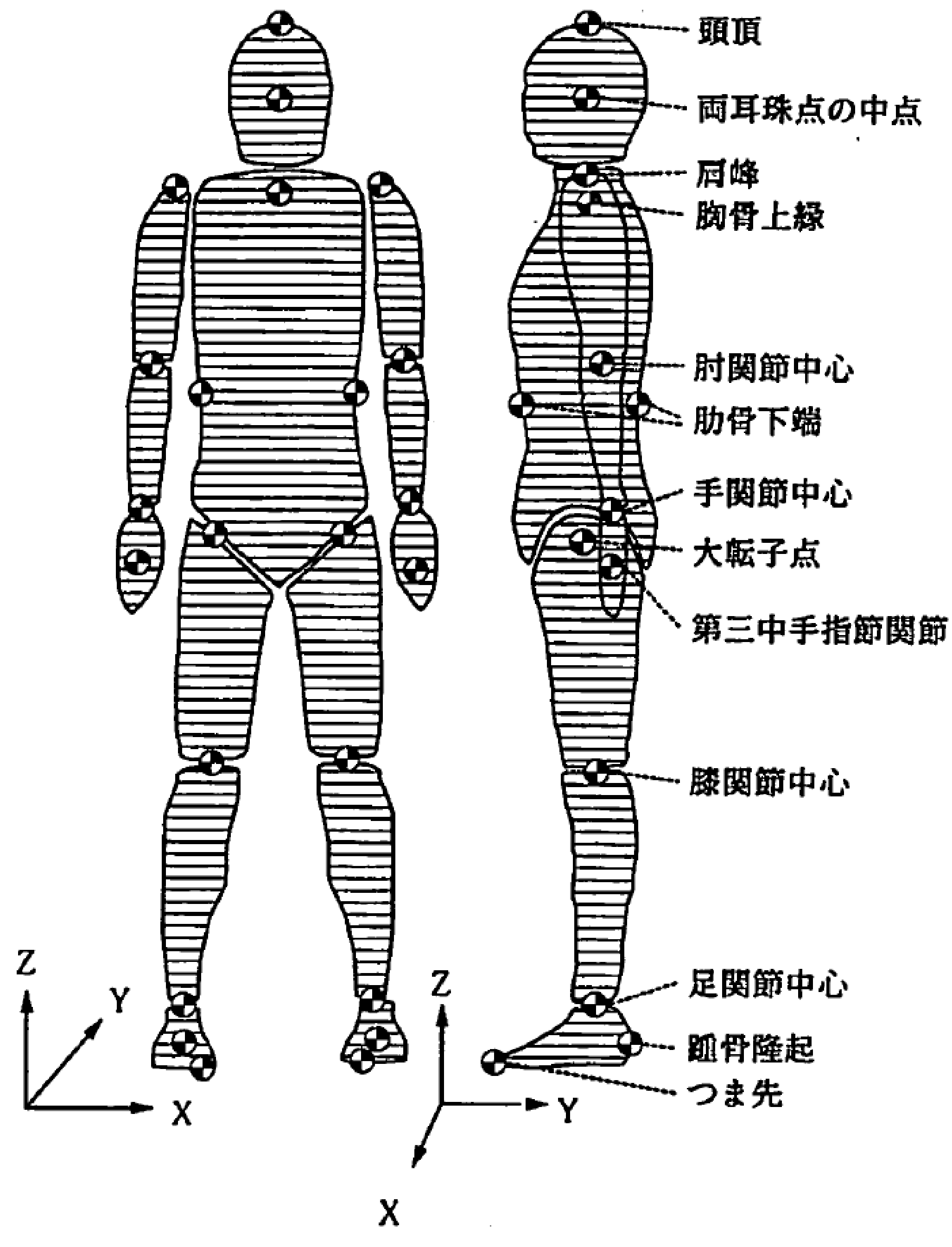


図 2-4　積層楕円板近似モデルと身体部分を規定する計測点
（阿江ら，1992；岡田ら，1996）

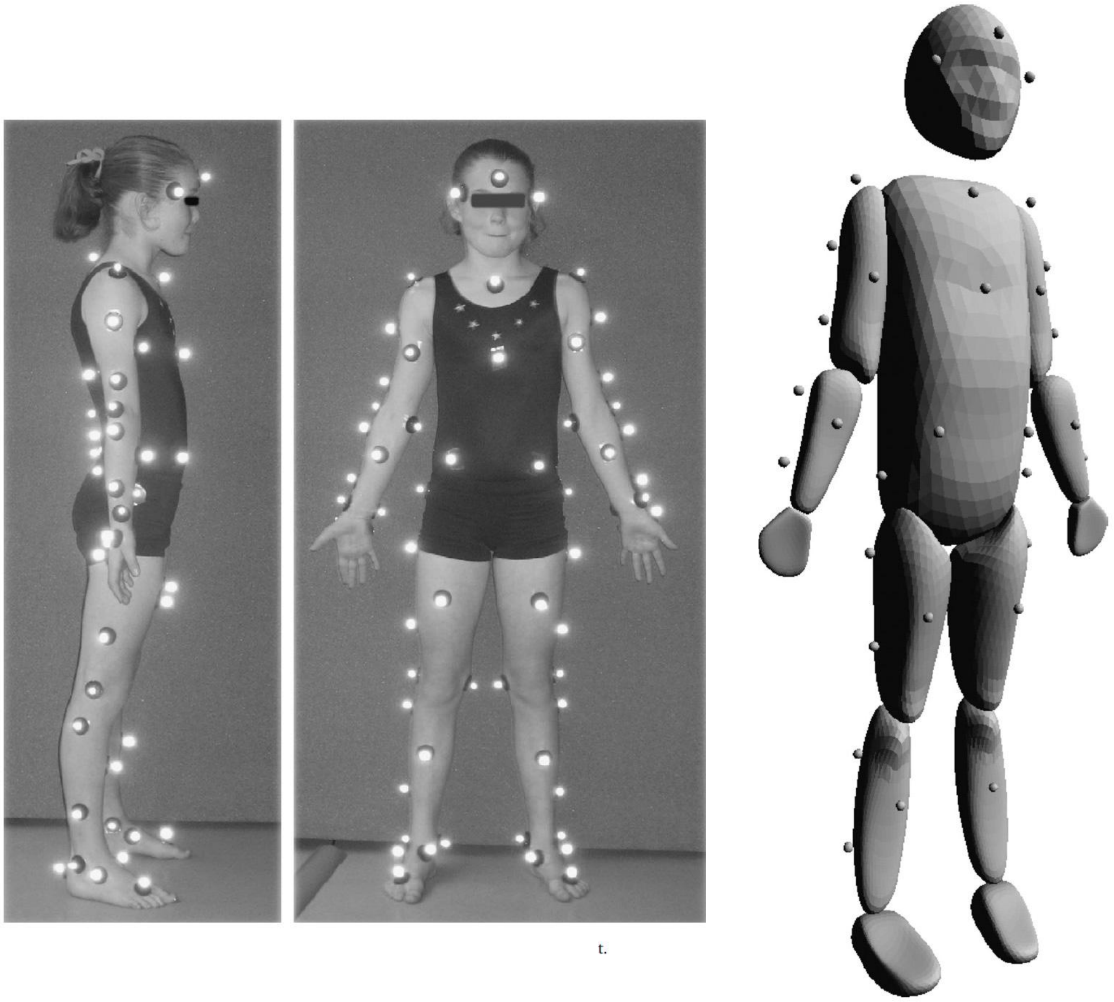


図 2-5　反射マーカーを取り付けた被験者と 3D モデル
(Davidson ら, 2008)

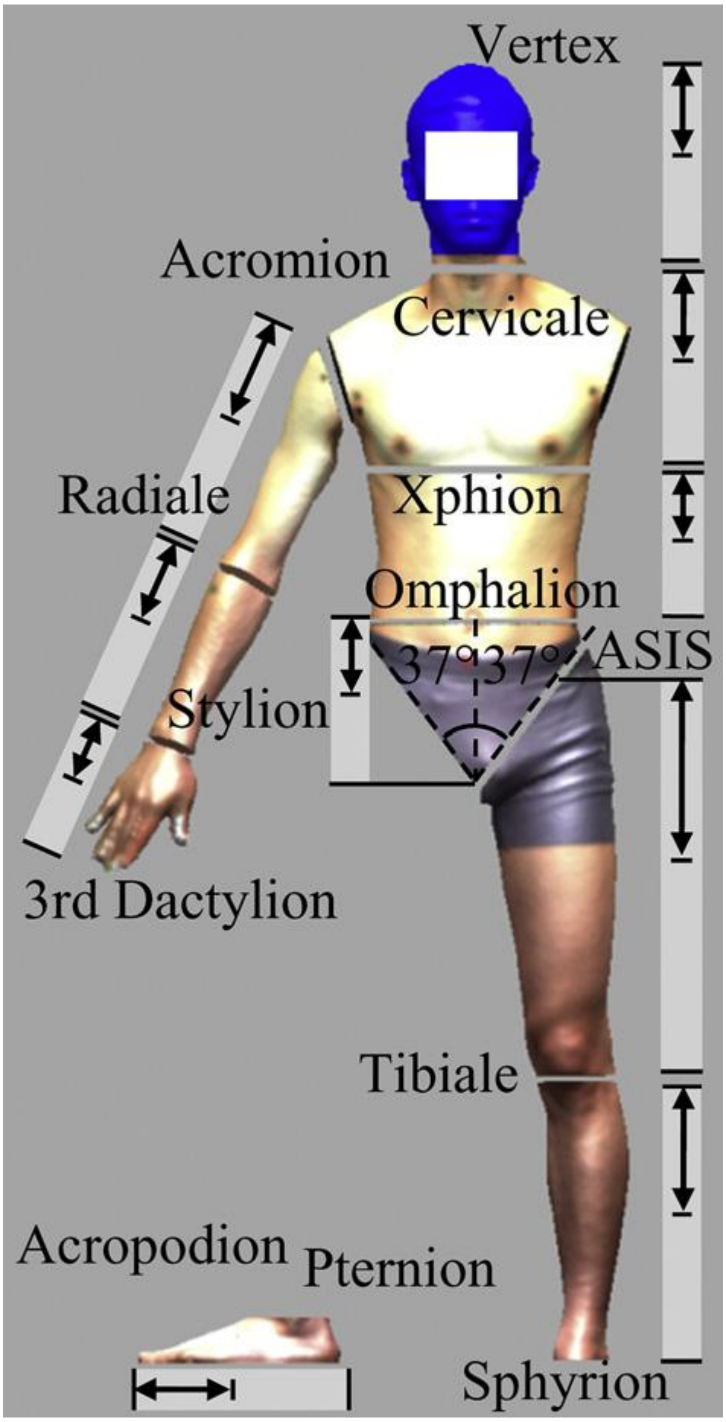


図 2-6　一般韓国人成人の 3D モデル
（Maa ら，2011）

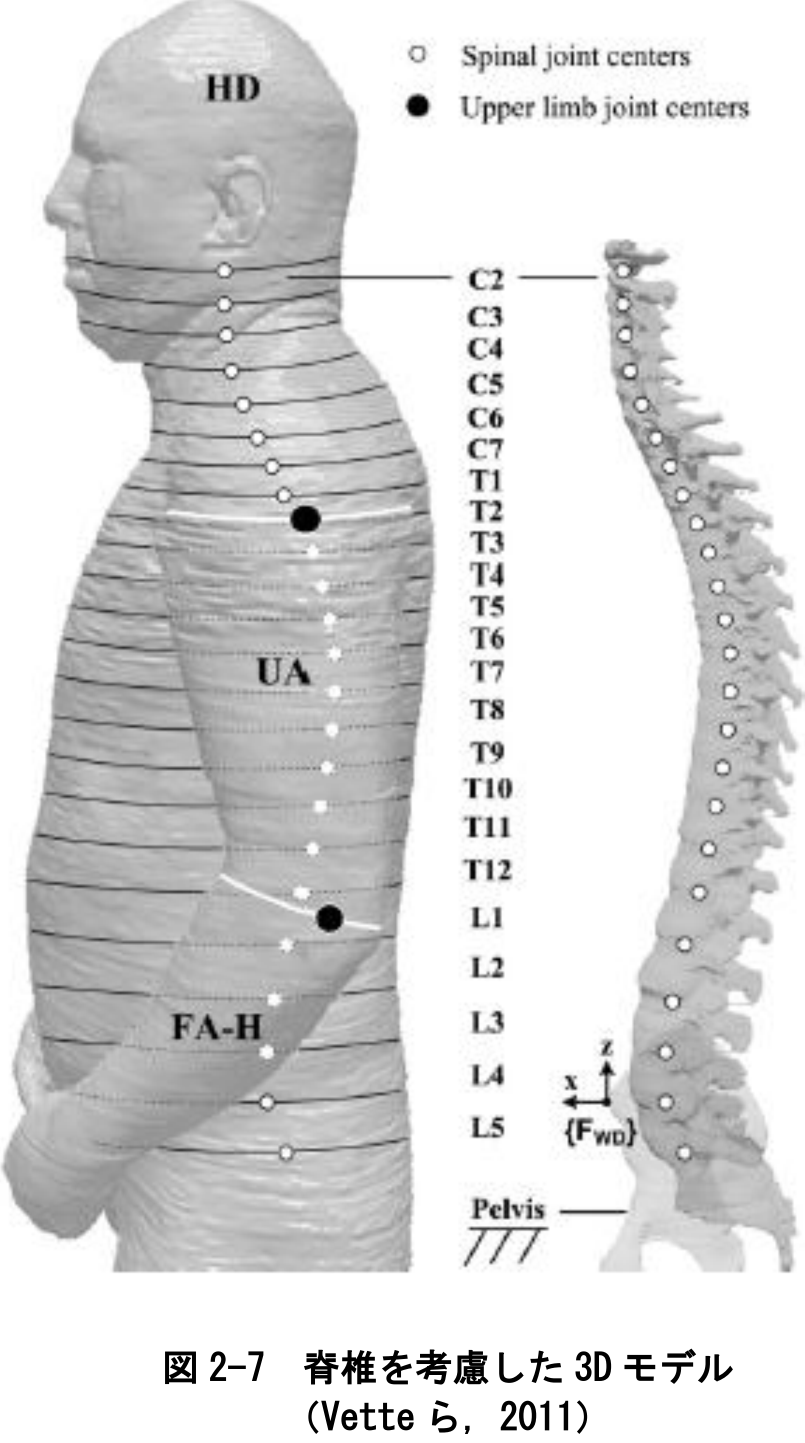


図 2-7　脊椎を考慮した 3D モデル
(Vette ら, 2011)

2.2　動作分析や運動のシミュレーションにおける BSP

動作分析や運動のシミュレーションにおいて，被験者の BSP を得る方法としては，以下の 3 つの方法がある．

① 先行研究にて報告された定数値（絶対値あるいは比）を用いる．

② 先行研究にて報告された BSP 推定のための回帰式に被験者の形態測定値などを入力して推定した値を用いる．

③ 動作分析や運動のシミュレーションの対象となる被験者の BSP を個別に算出する．

これより，それぞれの方法について，被験者が日本人青年アスリートの場合を例に具体的に紹介していく．

2.2.1 定数値（絶対値あるいは比）を用いる方法

①の方法では，先行研究で報告されている値（平均値）をそのまま被験者に適用する．このとき，絶対値（質量，慣性モーメント）を用いた場合には，BSP に被験者個々の形態的特性は全く反映されないが，相対値（質量比，質量中心比，回転半径比）を用いた場合，BSP に被験者個々の形態的特性がある程度，反映されることになるため，相対値を用いることが望ましい．しかし，先行研究で用いた標本と著しく異なる形態（体型）を持つ被験者への適用は好ましくない．

阿江ら（1992）は，積層楕円板近似モデル（2.1.2 項参照）を用いて，大学運動部に所属する男子 215 名，女子 80 名の BSP を算出し，質量比，質量中心比，3 軸まわりの回転半径比を男女別の平均値で報告している．

2.2.2 推定式を用いる方法

②の方法では，各被験者の形態変数などを独立（説明）変数として回帰した結果

を用いるため，被験者個々の形態を反映した BSP を得ることが可能である．しかし，既存の推定式を用いる場合には，その推定式を作成した際に用いた標本の特性（年齢，性別，人種，形態など）や推定（回帰）の精度を考慮してどの推定式を用いるかを決めるべきである．また，用いる推定式の独立変数の適用範囲に注意し，外挿を必要とする推定は避けたほうがよい．

阿江（1996）は，前項で紹介した BSP を用いて，各身体部分の部分長と体重を独立変数とした部分質量及び主慣性モーメントの推定式も報告している．被験者が青年アスリートではあるが，身長の範囲が男子では 156.4～198.1 cm，女子では 147.8～183.2 cm，体重の範囲が男子では 51.2～96.4 kg，女子では 39.3～79.4 kg と広いことなどから，多くの日本人青年男女に適用できると考えられている．また，質量中心位置の推定では，体格が異なっても，各身体部分の形状に大きな相違がなかったことから，部分長に対する比の平均値をそのまま利用できると述べている．

2.2.3 個別に算出する方法

動作分析や運動のシミュレーションで用いる被験者の特性に適した BSP およびその推定方法がない場合や，より高精度で解析を行いたい場合には被験者の BSP を個別に算出する必要があり，③の方法を採用するべきである．しかし，形態測定や BSP 算出の手間や被験者への負担から，動作研究の現場で個別に算出することは難しく，あまり行われていないのが現状である．

我々のグループは，3 次元人体形状計測装置および 3 次元 CAD ソフトなどの技術を応用して，被験者に負担をかけず，より精度の高い BSP を算出するための新たな手法を開発し，青年男女アスリートの BSP を算出し報告している（阿部，2011）．この被験者は日本人青年男女の体操競技選手（男性 12 名，女性 16 名）および陸上競技長距離選手（男性 14 名，女性 16 名）であり，いずれの被験者もオリンピックや世界選手権の日本代表に選出された経験をもつ選手や，日本ランキングで上

位の記録をもつ選手など，国内トップクラスのアスリートであるが，対象被験者の競技種目が 2 種目と少ない．

2.2.4 まとめ

以上のことから，現在のところ阿江の推定式を用いることにより，広い範囲の日本人青年の BSP を推定できると考えられている．

一方で，アスリートの身体重心高を測定した結果から，体操競技，水泳などの上半身を多く使う種目を行っている選手の比重心高は高く，逆に，ラグビーやサッカーなどの下半身を多く使う種目を行っている選手の比重心高は低いという報告がある（石河，1958 ; 石井と高島，1971）．また，横井（1985）は，男子陸上競技選手 33 名の体型および身長が BSP に及ぼす影響について検討し，骨格・筋の発達の程度および身長の相違などの形態的要因が青年の BSP に影響を及ぼすと述べている．また阿部らは，体操競技と陸上競技長距離の一流アスリートの競技特性による形態の違いが BSP に及ぼす影響を報告している．

阿江の推定式は，容易に計測できる部分長と体重を用いて推定を行っているため，形態測定や BSP 算出の手間や被験者への負担を考慮すると適用しやすいという利点があるが，筋の発達による身体部分の太さなどの形態的特徴は BSP に反映されない．また，統計モデルによる推定式のため，体重と部分長のみで推定を行うと，特に小柄で体重の軽い被験者の場合，慣性モーメントの推定値が負になってしまうことがあり得るという欠点もある．したがって，個々のアスリートの形態的特徴が BSP に及ぼす影響を明らかにし，新たな BSP データベースの構築を検討する必要があると考えられる．

3. 目的

阿部らは，3 次元人体形状計測装置および 3 次元 CAD ソフトなどの技術を応用して，従来よりも被験者に負担をかけず，より精度の高い BSP を算出するための新たな手法を開発した（2.2 項参照）.

そこで本研究では，阿部らの手法を用いて，

1. 様々な競技種目のアスリートを対象に，個々の BSP を算出し，一流アスリートの形態的特性とその性差，種目差について明らかにすること
2. 身長，体重や周囲長などの測定が容易で信頼性の高い形態測定値から BSP の推定式を提示すること

を目的とした.

4.　方法

4.1　被験者

日本人青年男女アスリート 245 名（男性 122 名・女性 123 名，18 種目）を被験者とした．表 4-1 はそれぞれの種目における各被験者の特性を示したものである．なお，これらの被験者はオリンピックや世界選手権の日本代表に選出された経験をもつ選手や，日本ランキングで上位の記録をもつ選手など，国内トップクラスの競技レベルのアスリートである．したがって，各々の競技特性が反映された形態的特徴を有していると考えられる．

表 4-1　被験者の特性

種目	性別	n	年齢[yr]	身長[cm]	体重[kg]
ウェイトリフティング	M	6	25.1±1.7	172.1±6.2	97.3±27.4
	F	5	22.0±3.2	155.1±8.8	75.2±31.3
スピードスケート	M	8	26.5±4.4	169.4±4.8	67.8±4.2
	F	8	25.5±6.8	164.1±4.0	60.3±4.6
トライアスロン	M	8	25.9±5.5	173.0±4.2	62.8±3.7
	F	8	25.8±6.1	162.5±4.5	52.7±3.4
バレーボール	M	8	30.0±3.4	190.6±10.1	85.3±11.8
	F	8	30.0±5.4	174.0±12.2	66.6±12.5
フェンシング	M	8	25.1±2.1	174.3±3.7	68.0±3.4
	F	8	27.6±2.7	164.7±4.0	58.6±4.1
ボート	M	8	27.0±4.4	179.7±3.3	72.0±1.2
	F	6	25.1±3.1	168.5±4.9	60.2±2.0
レスリング（フリー）	M	3	26.7±2.2	166.6±3.0	66.2±4.8
	F	4	26.6±2.4	162.5±5.3	62.5±8.4
競泳	M	8	23.0±1.9	178.4±4.1	73.0±8.4
	F	8	24.1±2.7	167.8±7.3	59.6±5.3
自転車トラック	M	5	24.9±3.3	176.2±3.2	81.6±4.5
	F	6	21.6±2.4	166.0±4.3	64.8±3.1
柔道	M	8	26.5±2.7	173.6±9.1	95.0±25.0
	F	8	25.5±4.2	160.3±7.2	72.4±22.4
体操競技	M	8	24.2±3.0	166.8±3.5	57.6±4.2
	F	8	19.8±2.7	149.5±6.5	39.9±5.1
陸上競技_混成	M	8	21.6±2.7	181.4±6.4	76.1±7.5
	F	4	23.2±6.5	169.8±3.2	59.3±5.5
陸上競技_短距離	M	8	24.9±3.4	178.2±6.0	71.4±7.6
	F	7	23.7±2.9	164.2±4.0	51.8±4.3
陸上競技_中距離	M	3	27.1±5.0	175.6±1.6	58.8±6.8
	F	3	26.4±8.9	164.3±1.2	50.1±4.2
陸上競技_長距離	M	13	25.8±4.0	172.3±6.5	57.8±4.4
	F	9	27.3±2.8	160.3±5.2	46.5±3.6
陸上競技_跳躍	M	5	25.4±2.8	179.4±5.1	68.7±5.8
	F	9	24.8±3.7	169.6±4.1	56.5±5.3
陸上競技_投擲	M	7	27.1±3.2	181.3±3.8	102.5±9.1
	F	6	26.2±5.5	166.3±3.3	72.5±11.6
シンクロ	F	8	25.6±1.4	164.7±4.0	55.6±2.5
男計		122	25.7±3.8	176.0±7.9	73.9±16.8
女計		123	25.1±4.6	164.1±7.9	58.6±13.2
合計		245	25.4±18.1	170.0±9.9	66.2±16.9

4.2　3次元CADを用いたBSPの算出方法

4.2.1　形態計測

本研究では，被験者の立位姿勢における形態を計測するために，3次元人体形状計測装置（3D スポーツ人体計測装置 C8300，浜松ホトニクス社製）を用いた．3次元人体形状計測装置は，十数秒という短時間で，人体形状を忠実に再現した身体表面の3次元位置座標を取得できることから，被験者に負担をかけることなく迅速かつ高精度に測定を行うことが可能である．計測は，光学式三角測量法の原理に基づき，被計測者を囲む形で配置した4個のセンサーヘッドが頭頂から足部まで移動しながら行われる．レーザーの光源から対象物までの絶対距離を測定しながら，高さ2.5 mm間隔の全身の身体表面の3次元位置座標データを取得することができる（図4-1）．

計測は，以下の手順で行なった．

1. 被計測者は，メガネ，腕時計，ネックレスなどをはずし，水着に着替えた．また，頭に白色のスイミングキャップを被り，頭髪がキャップの中に入るようにした．
2. 身体部分を規定するランドマークを自動検出するために，被計測者にランドマークシールを図に示す位置（23箇所）に貼り付けた（図4-2）．
3. 被計測者は，装置の中央に立ち，両足を30 cmほど開き，手と胴体は20 cmを目安として離れるようにした状態で計測した．計測している間（13 秒間）はできるだけ動かないようにしてもらった．
4. 計測結果から，正常に計測できているか，ランドマークが検出できているかを確認し，異常があった場合，再度計測を行なった．
5. 計測データが正常であることを確認し，計測を終了した（図4-3）．

仕様		
製品名	3Dスポーツ人体計測装置 (Bodyline Scanner)	
型名	C8300	
計測範囲	高さ	2200mm
	厚さ	1000mm
	幅	1100mm
計測精度	（1000mm周長基準）	±0.5%
計測ピッチ	5.0mm	2.5mm
計測時間	6.5秒	13秒
計測点数	1126400点	2252800点
光源	レーザダイオード	
検出器	CCD	
外形寸法	高さ	3200mm
	厚さ	3000mm
	幅	2200mm

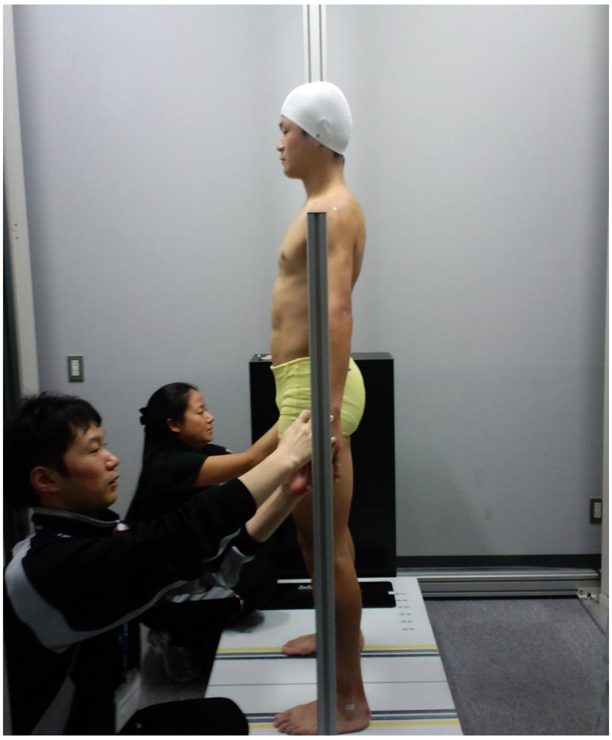


図 4-1　3 次元人体形状計測装置の仕様および形態計測の様子

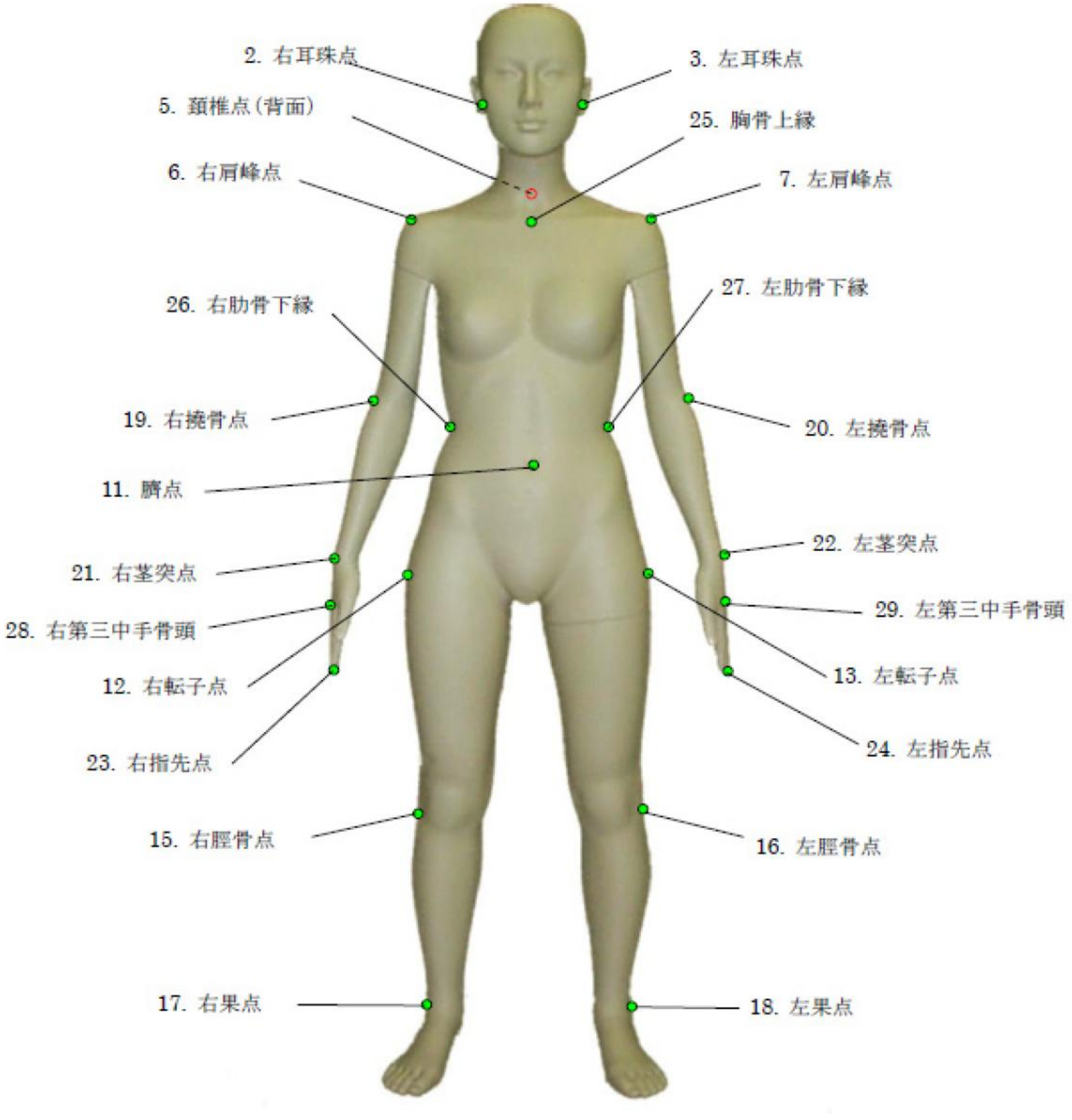


図 4-2　ランドマーク自動検出用のランドマークシール貼付位置(23 か所)
(浜松ホトニクス社　3D スポーツ人体形状計測装置 C8300　取扱説明書より引用)

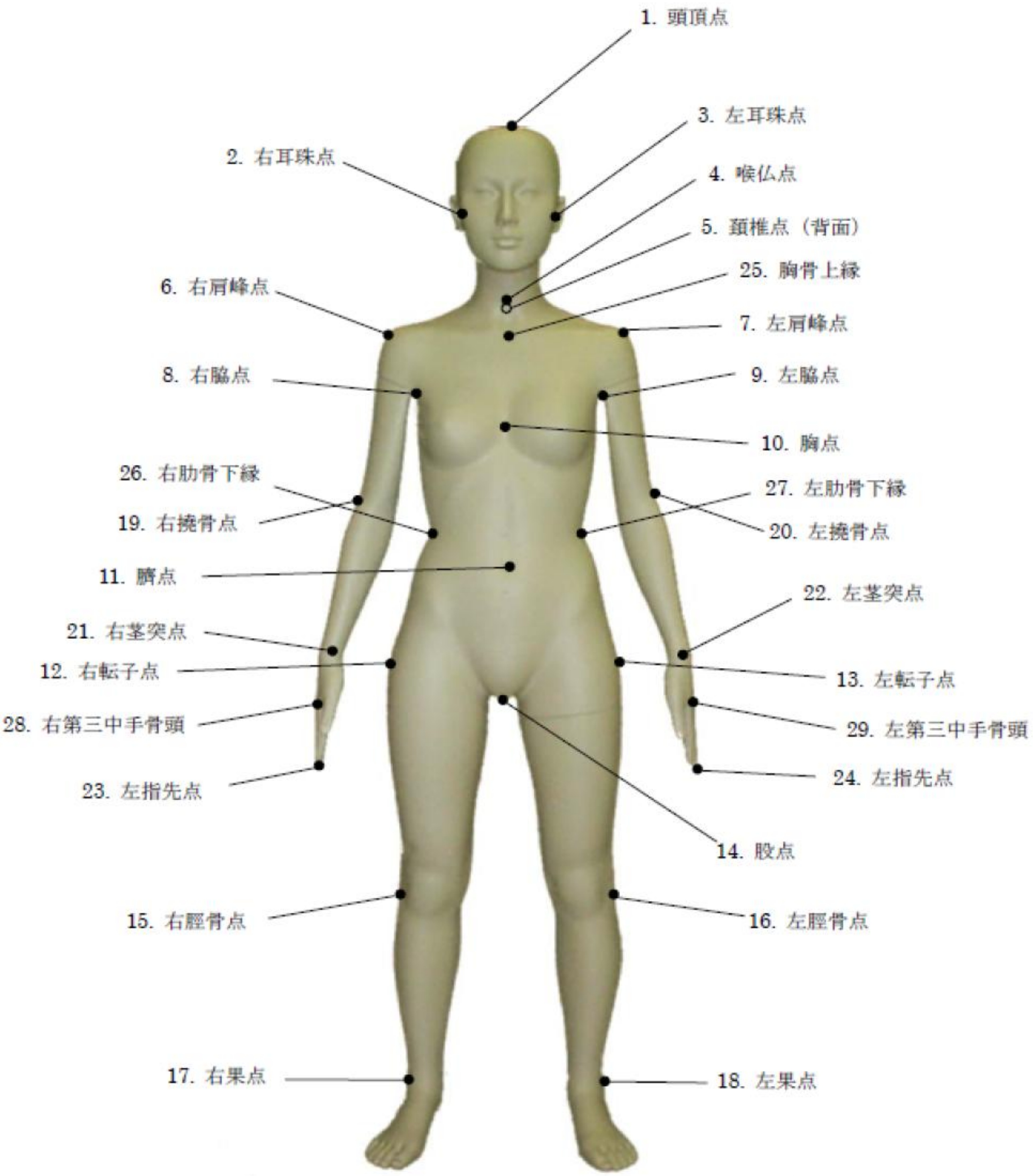


図 4-3　ランドマーク自動検出位置（29 か所）
（浜松ホトニクス社　3D スポーツ人体形状計測装置 C8300　取扱説明書より引用）

4.2.2 モデルの作成と BSP の算出

計測した点群座標データを 3 次元 CAD ソフトウェア（SolidWorks 2009，ソリッドワークス社製）に読み込み，点群により構成される身体形状をソリッド化して，ソリッドモデルを作成した（図 4-4）.

このモデルに関する仮定は以下のとおりである.

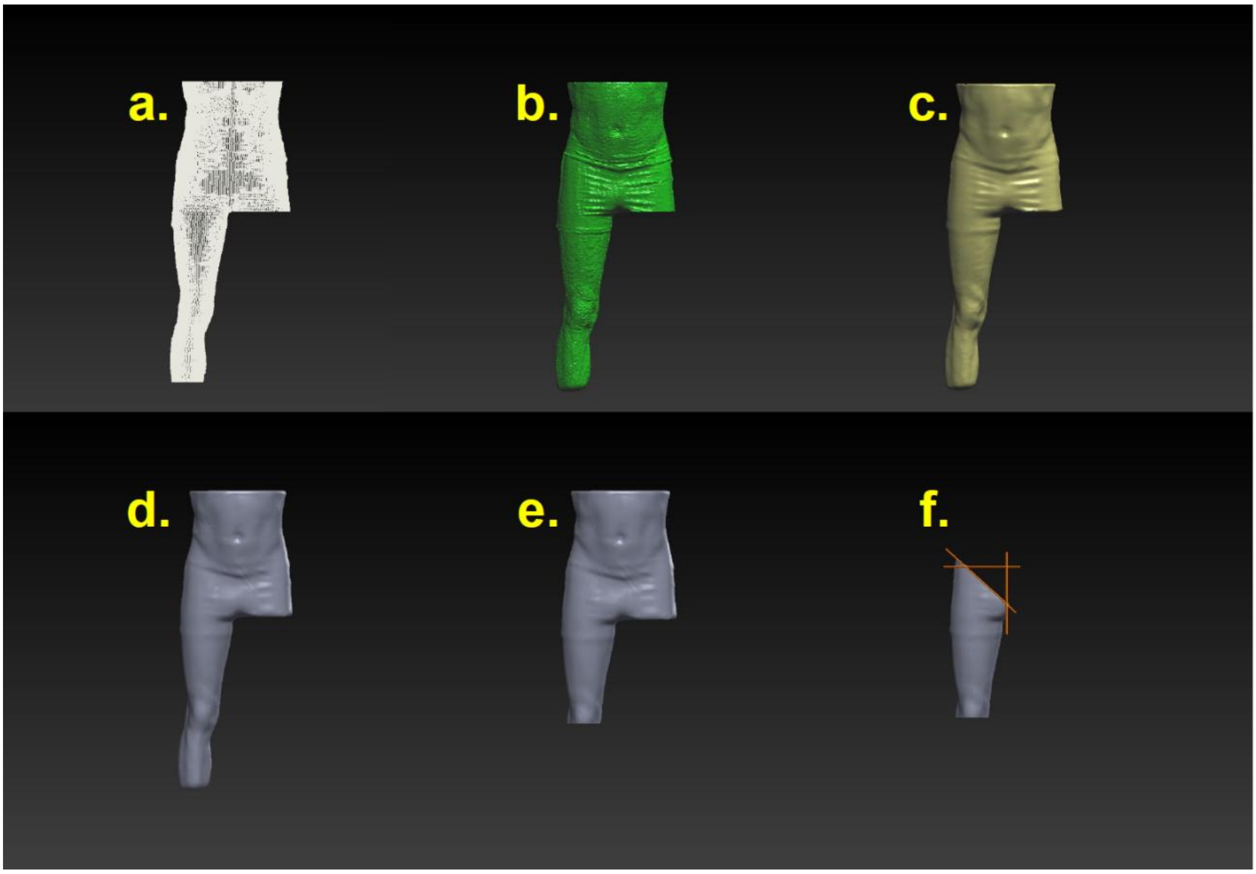
① 身体は，頭，胴体，左右上腕，左右前腕，左右手，左右大腿，左右下腿，左右足の 14 個，あるいは 15 個（胴体をさらに上胴と下胴に分けたとき）の剛体からなり，これらの剛体は関節を介して連結されている.

② 身体各部分内の密度は均一であり，質量中心位置は体積中心位置と一致する.

③ 身体部分 j の 3 つの慣性主軸は身体部分 j の両端点を結ぶ軸（上下軸：z_j 軸），身体部分 j の前額面内にあり，長軸に垂直な軸（左右軸：x_j 軸），上下軸と左右軸の両方に垂直な軸（前後軸：y_j 軸）と一致する.

これらの仮定に基づいて，阿江ら（1992）の体節区分と同様の定義に従い，頭，胴体，左右上腕，左右前腕，左右手，左右大腿，左右下腿，左右足の 14 個あるいは 15 個（胴体をさらに上胴と下胴に分けたとき）の身体部分モデルを作成した（図 4-5，表 4-2）. 各身体部分について，体積，体積中心位置および密度を 1 g/cm^3 とした場合の仮の主慣性モーメントを CAD 上で分析し，これらに，後述する身体部分密度を乗じて質量，質量中心位置，3 つの慣性主軸（x 軸：左右軸，y 軸：前後軸，z 軸：上下軸）まわりの主慣性モーメント（以下，単に“慣性モーメント”とする）を算出した．また，表 4-3 の定義に従って各身体部分の部分長を計測し，質量比（身体部分質量の身体質量に対する比），質量中心比（上端点から質量中心位置までの距離の部分長に対する比），回転半径比（回転半径の部分長に対する比）を算出した．なお，回転半径の定義は以下の通りである.

$$回転半径 = \sqrt{\frac{慣性モーメント}{身体部分質量}} \tag{1}$$



1.　3次元位置座標データからメッシュを作成（a.⇒b.）.

2.　作成したメッシュを平滑化（b.⇒c.）.

3.　メッシュをソリッド化し，ソリッドモデルを作成（c.⇒d.）.

4.　ソリッドモデルから切り出しを行い，身体部分モデルを作成（d.⇒e.⇒f.）.

図4-4　身体部分モデルの作成手順

図 4-5　身体部分の区分

表 4-2　切断の定義

部分	上端面	下端面
頭	なし	頸椎点高さの平面[a]
胴体	頸椎点高さの平面[a] 肩峰点，腋点，腋点に奥行に平行な点の３点でできる面	股関節中心点[b]，股点， 股点と奥行に平行な点の３点でできる面
上腕	肩峰点，腋点，腋点に奥行に平行な点の３点でできる面	橈骨点を含み，腕の長軸に対して垂直な面
前腕	橈骨点を含み，腕の長軸に対して垂直な面	茎突点を含み，腕の長軸に対して垂直な面
手	茎突点を含み，腕の長軸に対して垂直な面	なし
大腿	股関節中心点[b]，股点， 股点と奥行に平行な点の３点でできる平面[a]	脛骨点高さの平面[a]
下腿	脛骨点高さの平面[a]	果点高さの平面[a]
足	果点高さの平面[a]	地面
上胴	頸椎点高さの平面[a] 肩峰点，腋点，腋点に奥行に平行な点の３点でできる面[a]	左右肋骨下縁の中点高さの平面[a]
下胴	左右肋骨下縁の中点高さの平面[a]	股関節中心点[b]，股点， 股点と奥行に平行な点の３点でできる面

a)　**切断面は立位姿勢時の地面に平行な面とする.**
b)　**股関節中心は，倉林ら（2003）の推定法に準じて推定した.**

表 4-3　部分長の定義

部分	上端点	下端点
頭	頭頂点	左右耳珠点の中点
胴体	胸骨上縁点を含む切断面[a]の面積中心	左右股関節中心[c]の中点
上腕	肩峰点および腋点を含む切断面の面積中心	撓骨点面を含む切断面[a]の面積中心
前腕	撓骨点を含む切断面[a]の面積中心	茎突点を含む切断面[a]の面積中心
手	茎突点を含む切断面[a]の面積中心	第三中手骨頭を含む切断面[a]の面積中心
大腿	股関節中心[c]	頸骨点を含む切断面[a]の面積中心
下腿	頸骨点を含む切断面[a]の面積中心	果点を含む切断面[a]の面積中心
足	つま先点	踵点
上胴	胸骨上縁点を含む切断面[a]の面積中心	左右肋骨下縁の中点
下胴	左右肋骨下縁の中点	左右股関節中心[c]の中点

a)　**切断面は立位姿勢時の地面に平行な面とする.**
b)　**切断面は上下軸に平行な面とする.**
c)　**股関節中心は，倉林ら（2003）の推定法に準じて推定した.**

4.2.3　身体部分密度の決定

各被験者の身体部分密度は，我々のグループが報告（高取，2012 ; 広石，2012）した，MRI を用いて算出された日本人青年男女アスリート（男性 4 名・女性 3 名）の密度を基に決定した（表 4-4）．各被験者について，男女別に，表 4-4 の男性 4 名の平均密度，女性 3 名の平均密度から身体部分質量 (頭，上胴，下胴，左右上腕，左右前腕，左右手，左右大腿，左右下腿，左右足）を算出した．その後，これらの身体部分質量から体重を推定し，最後に推定体重と実測体重の誤差を分配し，完全に実測体重と一致するように，以下の式を用いて身体部分密度を再計算した．

$$\text{最終的な身体部分密度} = \text{日本人青年アスリートの平均密度} \times \frac{\text{実測体重}}{\text{推定体重}} \qquad (2)$$

表 4-4　日本人青年男女の密度セット　[g/cc]

		M1	M2	M3	M4	F1	F2	F3	男性平均	男性標準偏差	女性平均	女性標準偏差
	性別	M	M	M	M	F	F	F				
	年齢[yr]	22.3	22.4	22.1	25.3	22.0	23.7	27.0	23.0	1.5	24.2	2.5
	身長[cm]	178.9	164.7	183.3	174.1	160.0	158.0	172.8	175.3	8.0	163.6	8.0
	体重[kg]	68.6	60.6	73.2	71.0	45.2	47.1	57.1	68.3	5.5	49.8	6.4
身体部分の密度[g/cc]	足	1.110	1.090	1.086	1.080	1.109	1.091	1.110	1.091	0.013	1.104	0.011
	下腿	1.106	1.097	1.102	1.080	1.085	1.075	1.079	1.096	0.011	1.079	0.005
	大腿	1.073	1.069	1.068	1.051	1.041	1.034	1.036	1.065	0.010	1.037	0.003
	手	1.095	1.078	1.075	1.093	1.093	1.089	1.089	1.085	0.010	1.090	0.002
	前腕	1.100	1.091	1.084	1.082	1.105	1.087	1.084	1.089	0.008	1.092	0.011
	上腕	1.075	1.081	1.055	1.055	1.074	1.070	1.059	1.067	0.013	1.068	0.008
	頭	1.119	1.107	1.098	1.082	1.090	1.106	1.114	1.101	0.016	1.103	0.012
	胴体	0.950	0.982	0.945	0.942	0.962	0.924	0.913	0.955	0.019	0.933	0.026
	上胴	0.875	0.930	0.871	0.876	0.896	0.843	0.816	0.888	0.028	0.852	0.041
	下胴	1.091	1.082	1.079	1.072	1.071	1.059	1.059	1.081	0.008	1.063	0.007

※　性別の M は男性，F は女性を意味する

5.　結果と考察

5.1　アスリートの形態的特徴の違いが BSP に及ぼす影響

5.1.1　性差および種目間の差

性差および競技種目間の差を調べるため，基礎統計量として，身長，体重および各身体部分の部分長, 質量比, 質量中心比, 回転半径比の平均値と標準偏差を性別, 種目別に算出した.

また，性差および競技種目間の差を検定するため，性別（2 水準）と競技種目（シンクロを除く 17 水準）を 2 要因とする 2 元配置分散分析を用いた．競技種目の要因，あるいは 2 要因の交互作用が有意であった場合，シェッフェの法による多重比較を行った．有意水準は危険率 5%未満とした．なお，性別については 2 水準のため, 分散分析で性別の要因が有意であっても多重比較を行う必要がない. この場合, 分散分析の結果をそのまま男女間の有意差の有無を示すものとした.

5.1.2　基礎統計量の算出結果

基礎統計量の算出を行った（付録 A 参照）．以下に特に性差および競技種目間の違いが特徴的であった結果をいくつか示す.

<u>身長と体重</u>

図 5-1 と図 5-2 は被験者の身長と体重について性別，種目別に左から降順に示したものである.

身長はバレーボールが男女共に大きく，全種目の中で最も大きい値を示した．これは一般に身長が高いことが有利とされるバレーボール選手の特徴を表している.

体重は陸上競技_投擲，ウェイトリフティング，柔道が男女共に大きかった．こ

れは，筋量が多く，重量級の選手のいる競技種目の特徴を表している．ウェイトリフティングと柔道の標準偏差が大きいのは，体重による階級がある種目のため被験者間の体重差が大きいためである．ウェイトリフティングでは体重の最も重い被験者（145.4 kg）と最も体重の軽い被験者（71.4 kg）では体重差が 2 倍以上あった．

<u>部分長</u>

図 5-3(a)，5-3(b)，5-3(c)は胴体，右上腕および右前腕について算出された部分長[m]を性別，種目別に左から降順に示したものである．

図 5-3 以外の身体部分も含め，いずれの身体部分においてもバレーボールが男女共に大きな値を示した．これは身長が高く，手足の長いバレーボール選手の特徴が表れているといえる．

<u>質量比</u>

図 5-4(a)，5-4(b)は右上腕と右大腿について算出された質量比[%]を性別，種目別に左から降順に示したものである．

右上腕の質量比[%]では，体操競技（男子），競泳（男子），陸上競技_投擲（男子），ウェイトリフティング（男子）といった主に上肢を使う競技種目の男性被験者の質量比が大きな値を示した．また，右上腕の質量比の上位の多くは男性競技者が占めていた．

右大腿の質量比[%]では，陸上競技_混成（女子），スピードスケート（女子），自転車トラック（女子）といった主に下肢を使う競技種目で大きな値を示していた．また，男性でもスピードスケート（男子），自転車トラック（男子）が大きな値を示したことから，男女共に下肢の筋の発達の著しいスピードスケート選手，自転車トラック選手の特徴が表れているといえる．また，右大腿の質量比の上位の多くは女性競技者が占めていた．

右上腕の質量比の上位は男性競技者が多く，一方，右大腿の質量比の上位は女性競技者が多かったが，これは女性競技者が男性競技者よりも上肢の筋の発達の程度が小さく，質量がより下肢に寄っているためであると考えられる．

以上のことから，アスリートの身体部分質量比には性差および種目差があることが示唆される．

<u>質量中心比</u>

図 5-5 は右上腕について算出された左右軸まわりの質量中心比[%]を性別，種目別に左から降順に示したものである．レスリング（フリー）（男女），シンクロ（女子），ウェイトリフティング（男子）といった，主に上肢を使う競技種目で小さな値を示した．これらの種目の競技者は肩回りの筋が発達しており，質量分布が他の種目より身体部分の上端側に寄っていることが考えられる．つまり右上腕の上端側の周囲径が下端側の周囲径より大きく，周囲径の変化の大きさが他の競技種目よりも顕著であるため，質量中心比が小さくなっていると考えられる

<u>回転半径比</u>

図 5-6 は右上腕について算出された左右軸まわりの回転半径比[%]を性別，種目別に左から降順に示したものである．右上腕の左右軸まわりの回転半径比では，ウェイトリフティング（男女），柔道（男女），レスリング（フリー）（男女）といった，主に上肢を使う競技種目で大きな値を示した．これらの種目の競技者は肩回りの筋が発達しており，質量分布が他の種目より身体部分の上端点に寄っており，質量分布がより身体部分の端点側にあることから左右軸まわりの回転半径比が大きくなっていることが考えられる．

図 5-7(a)は右大腿について算出された上下軸まわりの回転半径比[%]を性別，種目別に左から降順に示したものである．また，図 5-7(b)はウェイトリフティング（男

子）と陸上競技_投擲（男子）の身体部分モデル（典型例）である．右大腿の上下軸まわりの回転半径比では，ウェイトリフティング（男女），柔道（男女），陸上競技_投擲（男女），自転車トラック（男女），スピードスケート（男子）といった，主に下肢を使う競技種目で大きな値を示した．これらの競技の中でも特にウェイトリフティング（男女）と柔道（男女）の右大腿の上下軸まわりの回転半径比は大きい値を示した．これは図 5-7(b)に示すように陸上競技_投擲（男子）よりも，ウェイトリフティング（男子）では側方への筋の発達が著しく，質量分布がより外側にあることから，上下軸回りの回転半径比が大きくなるためであると考えられる．

以上のことから，特定の身体部分において筋の発達の著しい競技種目の特徴から種目差が表れ，また筋量および筋形状で形態が異なることが明らかとなった．

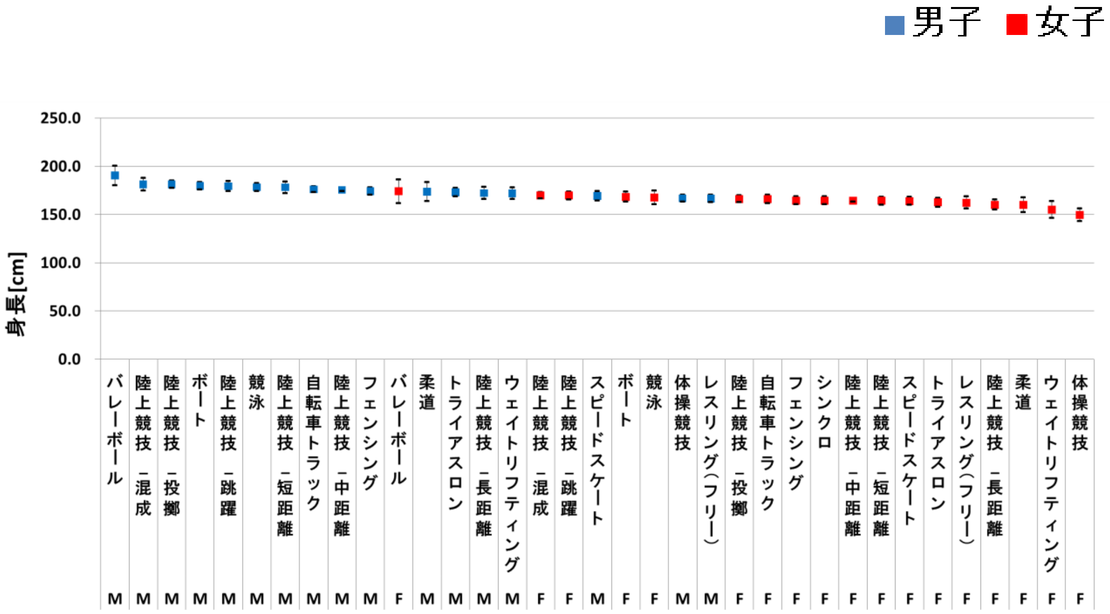


図 5-1　身長[cm]

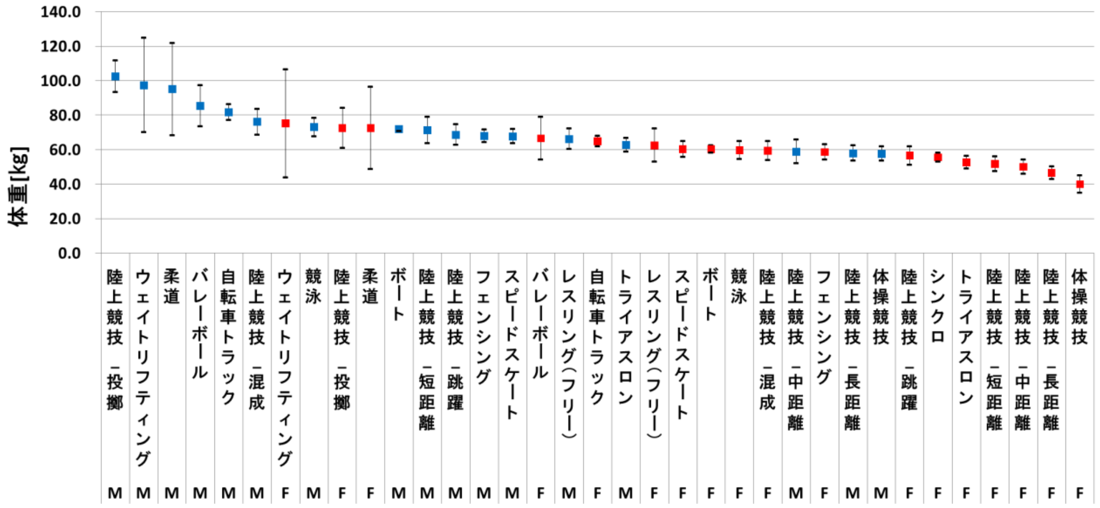


図 5-2　体重[kg]

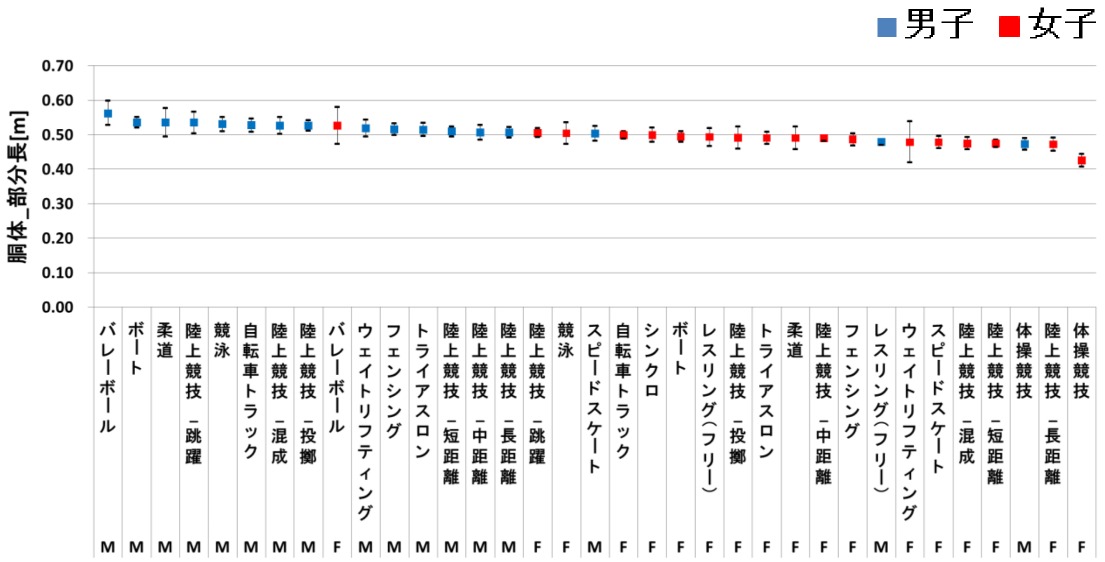


図 5-3(a)　胴体の部分長[m]

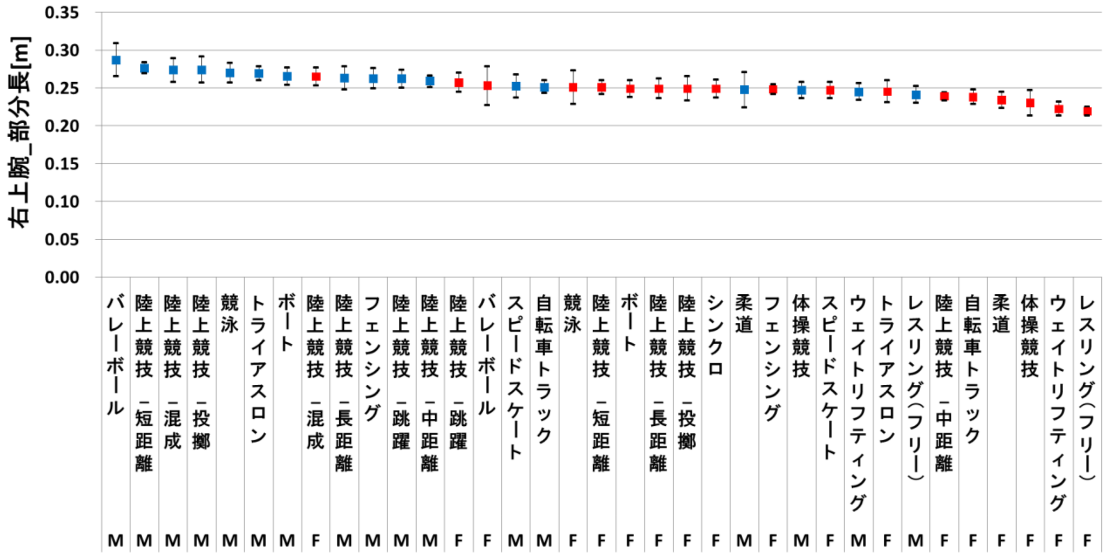


図 5-3(b)　右上腕の部分長[m]

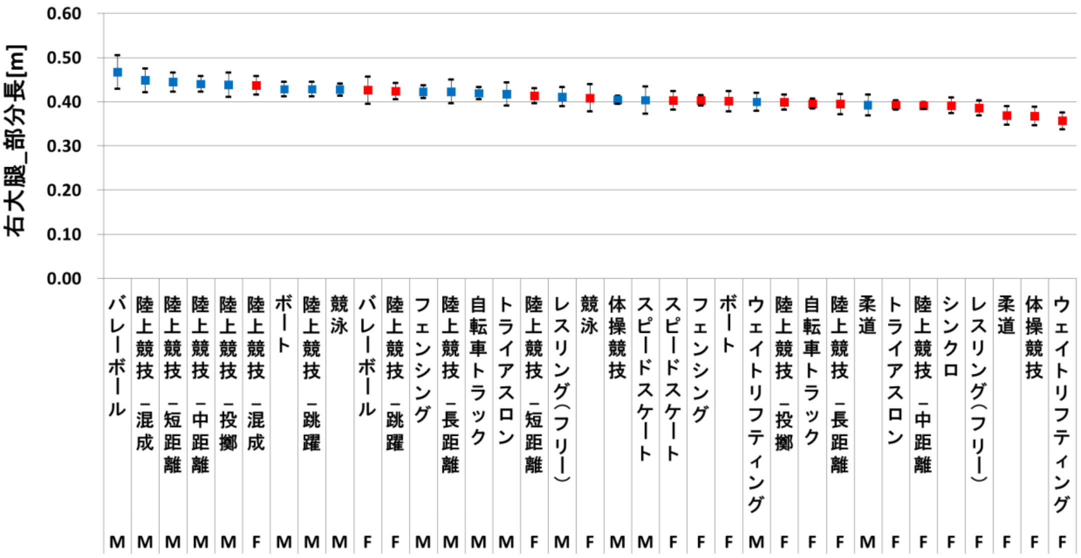


図 5-3(c)　右大腿の部分長[m]

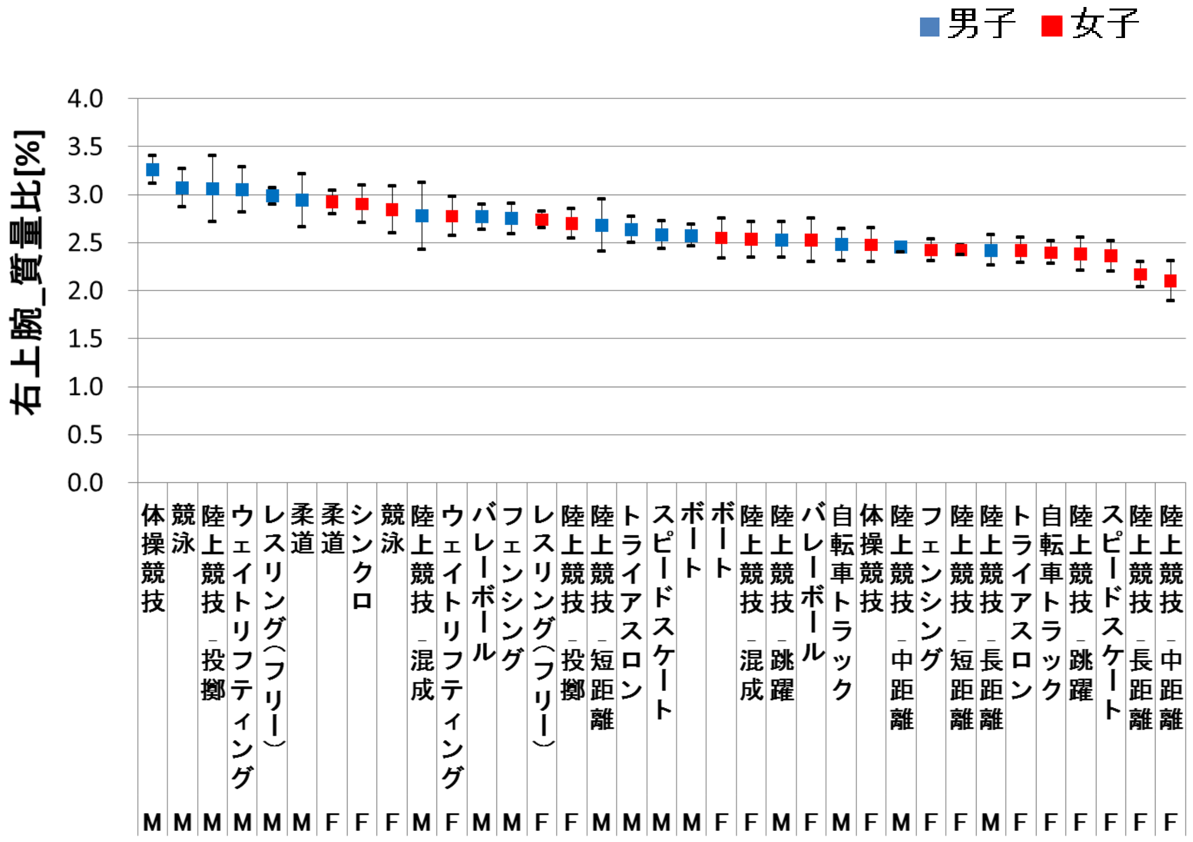


図 5-4(a)　右上腕の質量比[%]

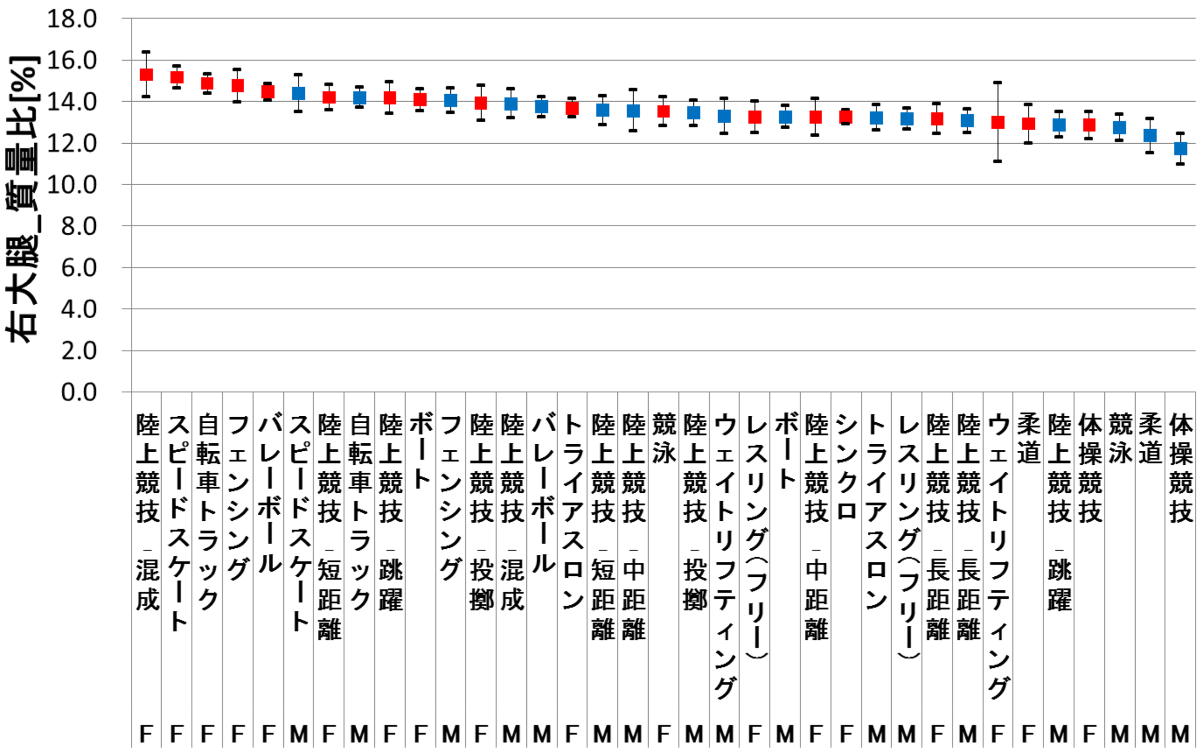


図 5-4(b)　右大腿の質量比[%]

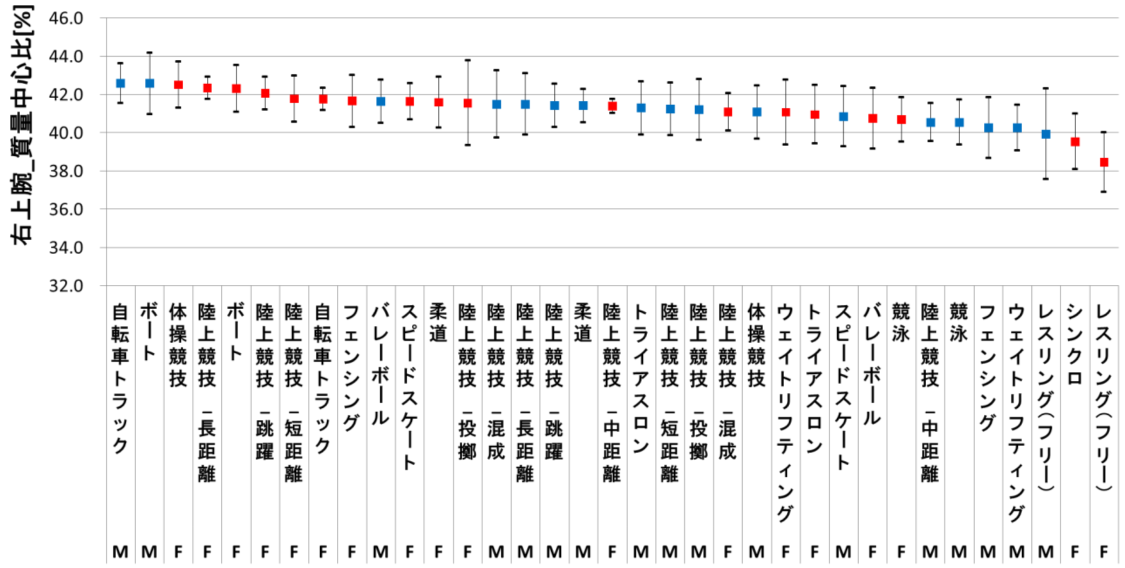


図 5-5　右上腕の質量中心比[%]

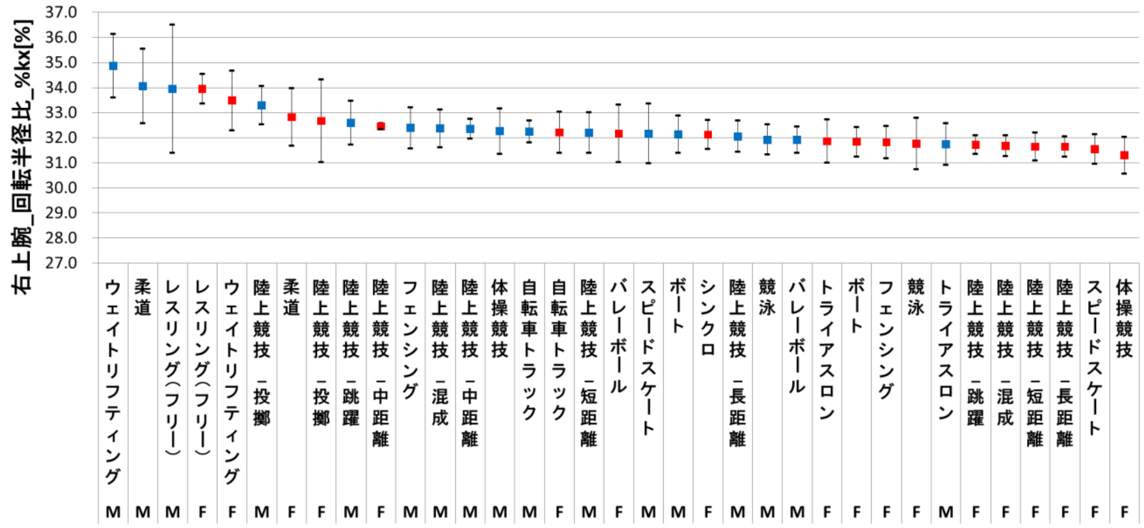


図 5-6　右上腕の左右軸まわりの回転半径比[%]

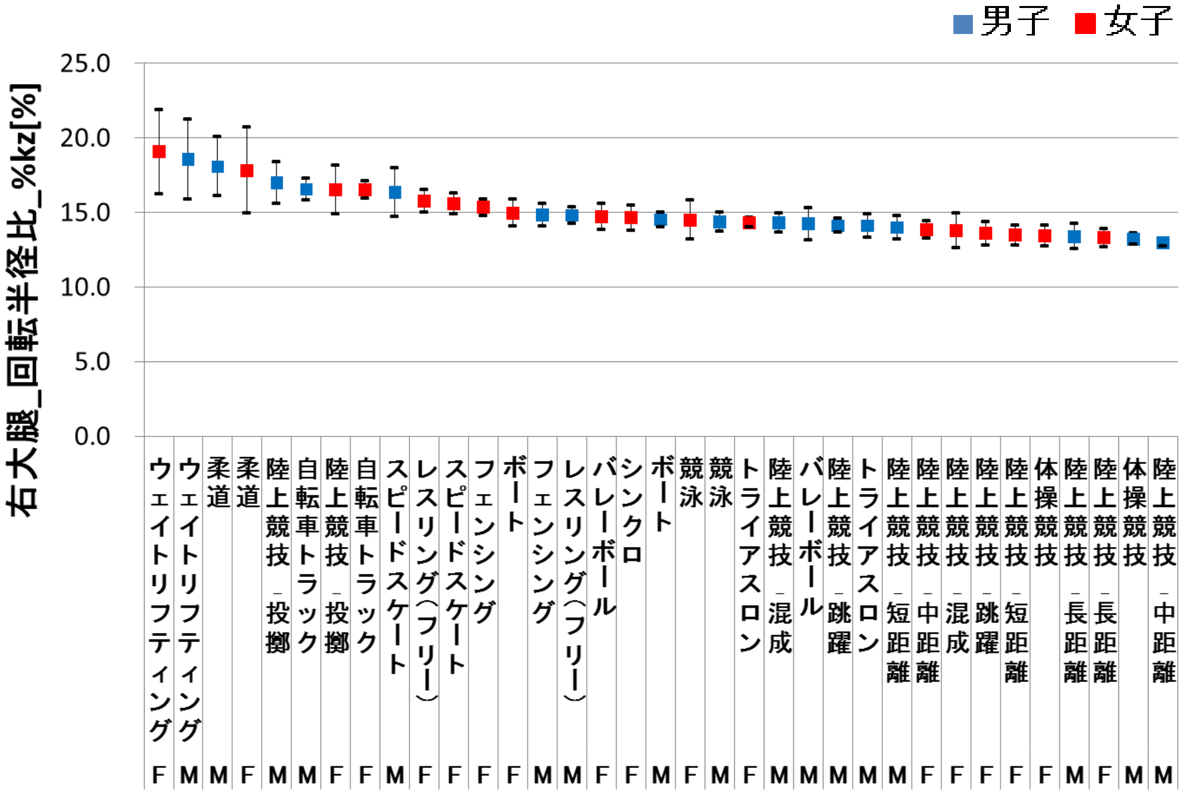


図 5-7(a)　右大腿の上下軸まわりの回転半径比[%]

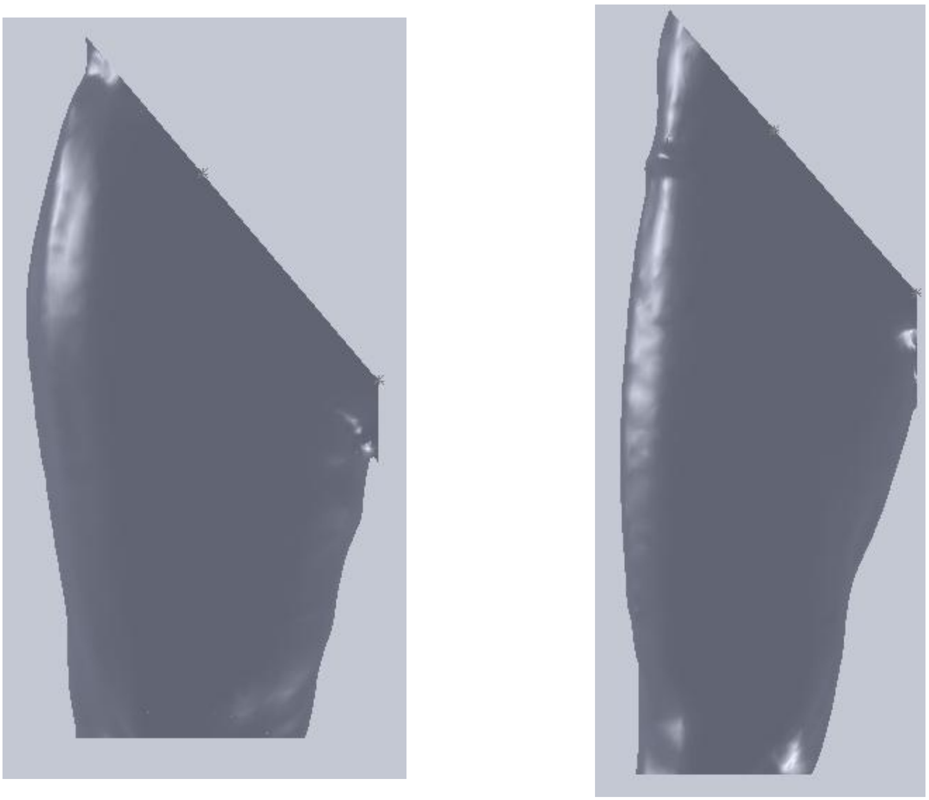


図 5-7(b)　右大腿のモデル
左：ウェイトリフティング（男子）
右：陸上競技_投擲（男子）

5.1.3　2 元配置分散分析の検定結果

性別と種目を 2 要因とする 2 元配置分散分析を行った（付録 B 参照）．また，2 元配置分散分析の結果の概要を表に示した（表 5-1(a)~(i)）．分散分析の結果，性別と種目の交互作用が有意でなかった場合は性別もしくは種目の主効果の有無に着目する．一方，分散分析の結果，性別と種目の交互作用が有意であった場合，一方の要因が他方の要因に及ぼす影響の「大きさ」もしくは「方向」が一様でないことを示している．以下に，特に競技種目間の違いが特徴的であった結果をいくつか例示する．

部分質量

表 5-2(a)は胴体の質量についての分散分析表である．また，表 5-2(b)は胴体の質量の性差および種目間の差を示したものである．分散分析表より，性別と種目の交互作用が有意ではなく，性別と種目の両方の主効果が有意であるため，胴体の質量には性差と種目差があるといえる．胴体の質量は男性の方が女性よりも有意に大きく，また，身長の割に体重が大きいウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲は他の競技種目よりも有意に大きかった．　性差については他の身体部分でもほぼすべてで同様で，男性が女性よりも有意に大きかった．また種目差についても他の身体部分にも同様にウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲は他の競技種目よりも有意に大きい傾向が多くみられた．

体重が大きく，筋量の多いウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲の部分質量が他の競技種目よりも大きいことは，部分質量では筋の発達の違いが大きく影響しており，性差と種目差を生じていると考えられる．

主慣性モーメント

表 5-3(a)は右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメントについての分散分析表で

ある．また，表 5-3(b)は右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメントの性差と種目間の差を示したものである．分散分析表より，性別と種目の交互作用が有意であるため，性別により種目差の影響の大きさが異なる．男性では右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメントは陸上競技_投擲が他の競技種目よりも有意に大きかったが，女性では有意な種目差がみられなかった．右前腕，右大腿に関しても同様に男性では陸上競技_投擲が他の競技種目よりも有意に大きかった．性差については，多くの種目で男性が女性よりも有意に大きかった．他の身体部分でも同様の性差がみられた．

表 5-4(a)は右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメントについての分散分析表である．また，表 5-4(b)は右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメントの性差と種目間の差を示したものである．分散分析表より，性別と種目の交互作用が有意であるため，性別により種目差の影響の大きさが異なる．男性では右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメントはウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲が他の競技種目よりも有意に大きかったが，女性では有意な種目差がみられなかった．右前腕，右大腿，右下腿，上胴，下胴に関しても同様に男性ではウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲が他の競技種目よりも有意に大きかった．性差については，多くの種目で男性のほうが女性よりも有意に大きかった．他の身体部分でも交互作用が有意な場合は同様の性差がみられた．

体重が大きく，筋量の多いウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲の主慣性モーメントが他の競技種目よりも大きく，筋の発達の違いにより種目間の差が生じていると考えられる．また，女性競技者は男性競技者よりも種目間での形態の差が小さいことが明らかとなった．

<u>質量比</u>

表 5-5(a)は右上腕の質量比についての分散分析表である．また，表 5-5(b)は右上

腕の質量比の性差と種目間の差を示したものである．分散分析表より，性別と種目の交互作用が有意であるため，性別により種目差の影響の大きさが異なる．男性では右上腕の質量比は体操競技が他の競技種目よりも有意に大きく，陸上競技_長距離が他の競技よりも有意に小さかった．女性では柔道が他の競技種目よりも有意に大きく，陸上競技_長距離が他の競技種目よりも有意に小さかった．男性では，上肢の筋の発達の考えられる体操競技が他の競技種目よりも右上腕の質量比が有意に大きくなった．これは，体操競技は筋の発達が上肢に集中しており，上肢の筋の発達の考えられる他の競技種目よりも下肢の筋の発達の程度が小さいことから，より上肢に質量が偏っているためであると考えられる．女性では上肢の筋の発達の考えられる柔道が他の競技種目よりも有意に大きくなったが，男性ほど有意な種目差は表れていなかった．また男女ともに陸上競技_長距離は他の競技種目よりも有意に小さかったが，これは他の競技種目よりも細い形態を有しているためであると考えられる．また，右前腕においても，右上腕と同様の性差と種目差が確認できた．

<u>質量中心比</u>

表 5-6(a)は下胴の質量中心比についての分散分析表である．また，表 5-6(b)は下胴の質量中心比の性差と種目間の差を示したものである．分散分析表より，性別と種目の交互作用が有意であるため，性別により種目間の影響の大きさが異なる．男性では下胴の質量比は体操競技が他の競技種目よりも有意に大きく，女性では種目間の有意差はみられなかった．体操競技の男性競技者は体幹の下端部に質量がよった形態的特徴を有していることが分かった．性差については，体操競技を除いたいくつかの種目で女性が男性よりも有意に大きかった．女性は男性よりも骨盤が大きいため質量分布が体幹の下端部に寄っていると考えられる．また，胴体においても下胴と同様の性差と種目差が確認できた．

回転半径比

表 5-7(a)は右大腿の上下軸まわりの回転半径比についての分散分析表である．また，表 5-7(b)は右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの種目間の差を示したものである．分散分析表より，性別と種目の交互作用が有意ではなく、種目の主効果のみ有意であるため，性別に拘らず種目差がみられたことを示している．筋量の多いウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲や下肢の筋の発達の著しいスピードスケート，自転車トラックが他の競技よりも有意に大きかった．また陸上競技_長距離や体操競技は他の競技よりも有意に小さい傾向があり，下肢が細い形態を有する種目の特徴を表している．胴体，右前腕，右上腕，右下腿，上胴，下胴性差についても同様にウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲が他の競技種目よりも有意に大きかった．また，多くの身体部分において陸上競技_長距離は他の種目よりも有意に小さかった．

体重が大きく，筋量の多いウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲の上下軸まわりの回転半径比が他の競技種目よりも大きく，筋量が少なく，細い形態を有する陸上競技_長距離の上下軸まわりの回転半径比が小さいことから，筋の発達の違いにより種目間の差が生じていると考えられる．

5.1.4　まとめ

以上の結果から，競技特性による形態的特徴に違いがみられる日本人青年男女のトップアスリートの BSP には，有意な性差および種目差がみられることが明らかとなった．このような差が生じた理由として，主に筋の発達の違いが考えられる．特に質量，上下軸まわりの主慣性モーメント，上下軸まわりの回転半径比には筋量や筋形状による形態の違いが直接影響していると考えられる．また，男性の方が種目間の BSP の差が明らかであり，女性競技者は男性競技者よりも種目間の BSP の差が小さいことが明らかとなった．

表 5-1(a)　分散分析の結果_質量[kg]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	**	*
胴体	**	**	
右上腕	**	**	*
右前腕	**	**	**
右手	**	**	*
右大腿	**	**	
右下腿	**	**	
右足	**	**	
上胴	**	**	
下胴	**	**	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

表 5-1(b)　分散分析の結果_左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	**	*
胴体	**	**	
右上腕	**	**	**
右前腕	**	**	**
右手	**	**	*
右大腿	**	**	*
右下腿	**	**	
右足	**	**	*
上胴	**	**	
下胴	**	**	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

表 5-1(c)　分散分析の結果_前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm2]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	**	*
胴体	**	**	
右上腕	**	**	**
右前腕	**	**	**
右手	**	**	**
右大腿	**	**	
右下腿	**	**	
右足	**	**	
上胴	**	**	
下胴	**	**	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

表 5-1(d)　分散分析の結果_上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm2]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	**	*
胴体	**	**	
右上腕	**	**	**
右前腕	**	**	**
右手	**	**	*
右大腿	**	**	*
右下腿	**	**	
右足	**	**	
上胴	**	**	
下胴	**	**	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

表 5-1(e)　分散分析の結果_質量比[%]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	**	
胴体	**	**	
右上腕	**	**	**
右前腕	**	**	*
右手	**	**	*
右大腿	**	**	
右下腿	**	**	
右足		**	**
上胴	**	**	
下胴	**	**	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

表 5-1(f)　分散分析の結果_質量中心比[%]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	**	*
胴体	**	**	
右上腕		**	
右前腕	**	**	*
右手		*	
右大腿		**	
右下腿		**	
右足		**	
上胴	**	**	*
下胴	**	**	**

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

表 5-1(g)　分散分析の結果_左右軸
まわりの回転半径比[%]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**		
胴体		**	**
右上腕	**	**	
右前腕	**	**	
右手		*	
右大腿	*	**	
右下腿	**	**	**
右足	**	**	
上胴	**	**	
下胴	*	**	**

** p < 0.01, * p < 0.05

表 5-1(h)　分散分析の結果_前後軸
まわりの回転半径比[%]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**		
胴体	*	**	*
右上腕	*	**	
右前腕	*	**	*
右手			
右大腿	**	**	
右下腿	**	**	**
右足		**	
上胴	**	**	
下胴		**	**

** p < 0.01, * p < 0.05

表 5-1(i)　分散分析の結果_上下軸
まわりの回転半径比[%]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	*	
胴体	**	**	
右上腕	**	**	
右前腕	**	**	
右手	**	**	
右大腿		**	
右下腿	**	**	
右足	**	**	
上胴	**	**	
下胴	*	**	

** p < 0.01, * p < 0.05

表 5-2(a)　分散分析表_胴体の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2906.8969	1	2906.8969	73.6724	0	**
種目	7277.7666	16	454.8604	11.528	0	**
性別＊種目	507.4301	16	31.7144	0.8038	0.6805	
誤差	8009.7823	203	39.4571			
全体	19349.1857	236				

表 5-2(b)　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の質量[kg]

M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）
M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>						>>		>>	>	>>	>>	>>
スピードスケート									<							<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール										>						<
フェンシング									<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>		>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 5-3(a)　分散分析表_右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	183632.0857	1	183632.0857	163.0147	0.0000	**
種目	238592.1207	16	14912.0075	13.2378	0.0000	**
性別＊種目	39428.9141	16	2464.3071	2.1876	0.0066	**
誤差	228674.5454	203	1126.4756			
全体	728371.2838	236				

表 5-3(b)　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>F	M>F	M>>F

M>>F 男＞女 (p < 0.01)
M>F 男＞女 (p < 0.05)
M<<F 男＜女 (p < 0.01)
M<F 男＜女 (p < 0.05)

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>	>								>					>>	
スピードスケート			<						<							<<
トライアスロン																<<
バレーボール															>>	
フェンシング																<<
ボート																<<
レスリング(フリー)																<
競泳																<
自転車トラック																<<
柔道															>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列 (p < 0.01)
> 行＞列 (p < 0.05)
<< 行＜列 (p < 0.01)
< 行＜列 (p < 0.05)

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列 (p < 0.01)
> 行＞列 (p < 0.05)
<< 行＜列 (p < 0.01)
< 行＜列 (p < 0.05)

表 5-4(a)　分散分析表_右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	7762.2682	1	7762.2682	88.7964	0.0000	**
種目	25620.4985	16	1601.2812	18.3178	0.0000	**
性別＊種目	2986.0168	16	186.6260	2.1349	0.0083	**
誤差	17745.5480	203	87.4165			
全体	56267.1678	236				

表 5-4(b)　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F				M>F	

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>F	M>F				M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）
M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>>	>>		>	>		>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート									<<							<<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール																<
フェンシング									<<							<<
ボート									<<							<<
レスリング(フリー)																
競泳																<
自転車トラック																<<
柔道										>>	>>	>>	>>	>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																<<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 5-5(a)　分散分析表_右上腕の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3.3468	1	3.3468	94.4820	0.0000	**
種目	10.8108	16	0.6757	19.0746	0.0000	**
性別 * 種目	1.7208	16	0.1076	3.0362	0.0001	**
誤差	7.1908	203	0.0354			
全体	23.5254	236				

表 5-5(b)　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の質量比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>F	M>F	M>F	M>F	M>>F			M>F	

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F	M>F	M>>F	M>F		M>>F	M>>F

M>>F	男＞女 (p＜0.01)
M>F	男＞女 (p＜0.05)
M<<F	男＜女 (p＜0.01)
M<F	男＜女 (p＜0.05)

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング															>>	
スピードスケート										<<						
トライアスロン										<<						
バレーボール										<						
フェンシング										<						
ボート							<			<<						
レスリング(フリー)																
競泳								>							>>	
自転車トラック										<<						<
柔道															>>	
体操競技											>>	>>	>>	>>		
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<

>>	行＞列 (p＜0.01)
>	行＞列 (p＜0.05)
<<	行＜列 (p＜0.01)
<	行＜列 (p＜0.05)

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング															>>	
スピードスケート									<<							
トライアスロン									<							
バレーボール																
フェンシング									<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳													>>		>>	
自転車トラック																
柔道													>>	>>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<

>>	行＞列 (p＜0.01)
>	行＞列 (p＜0.05)
<<	行＜列 (p＜0.01)
<	行＜列 (p＜0.05)

表 5-6(a)　分散分析表_下胴の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	69.7989	1	69.7989	13.0640	0.0004	**
種目	545.7500	16	34.1094	6.3841	0.0000	**
性別 * 種目	192.6494	16	12.0406	2.2536	0.0049	**
誤差	1084.5943	203	5.3428			
全体	1923.5042	236				

表 5-6(b)　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_下胴の質量中心比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M<F		M<<F						

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M<F	M>>F				M<F		

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										<<						
スピードスケート																
トライアスロン										<<						
バレーボール																
フェンシング																
ボート										<<						
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										<<						
体操競技											>			>		>>
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 5-7(a)　分散分析表_右大腿の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**：1%有意 *：5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.2677	1	0.2677	0.1884	0.6647	
種目	568.0455	16	35.5028	24.9916	0	**
性別＊種目	12.4058	16	0.7754	0.5458	0.9198	
誤差	288.3805	203	1.4206			
全体	874.0349	236				

表 5-7(b)　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の上下軸回りの回転半径比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>			>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート										>>					>>	
トライアスロン									<<						>>	
バレーボール									<<							<
フェンシング									<<							
ボート									<<							
レスリング(フリー)																
競泳									<<							<
自転車トラック										>>		>>		>	>>	
柔道										>>	>>	>>	>>	>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

5.2　阿江の推定式（1996）との比較

ここでは, 本研究で得られた BSP とこれまで用いられてきた阿江の推定式(1996)から推定した BSP を比較する．図 5-8 は男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントと女性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメントを例に，両者を比較したものである. 横軸に被験者の体重をとり, 縦軸に主慣性モーメントをプロットした.

また，本研究から得られた BSP と阿江の推定式から推定した BSP の相対差を以下の式を用いて算出した.

$$\text{本研究と阿江の推定式との相対差} = \frac{\text{阿江の推定式の BSP} - \text{本研究の BSP}}{\text{本研究の BSP}} \times 100 \qquad (3)$$

（3）式に質量，質量中心比，および 3 軸まわりの主慣性モーメントをそれぞれ代入し, 本研究の手法で求めた BSP を基準としたときの, 相対差を求めた. 図 5-9(a), 5-9(b)は代表例を示したものである．横軸に被験者の体重をとり，縦軸に上下軸まわりの主慣性モーメントをプロットした.

図 5-8(a)，図 5-9(a)より，阿江の推定式は，男性の右大腿においては体操競技を除く，ほぼすべての種目の被験者について過小評価の傾向がみられることがわかる. 下肢の筋の発達の著しいスピードスケート，自転車トラックや，体重が 100 kg を超えるウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲では体重が大きい被験者ほど過小評価される傾向があり，程度が大きいものでは 30～40%の過小評価がみられた．また，図 5-8(b)，図 5-9(b)より，阿江の推定式は，女性の下胴においては体重の小さい被験者と体重の大きい被験者を除き，おおむね±20%の精度で推定できていることがわかる. 体重の大きい被験者に関しては男性の胴体と同様に体重が大きいほど過小評価する傾向にあった．また，体重の小さい被験者（特に体操競技）でも過小評価されており，負の値を示す被験者もいた.

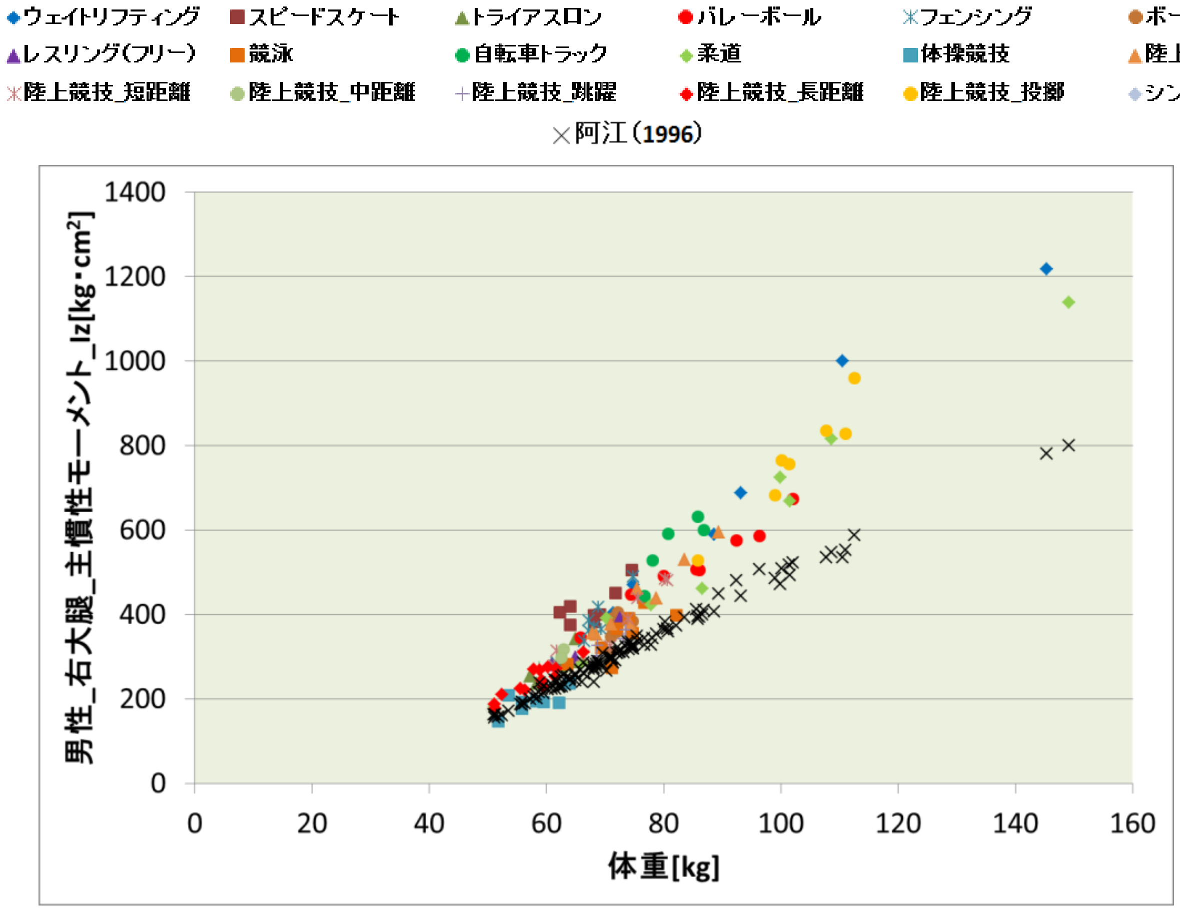


図 5-8(a)　男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

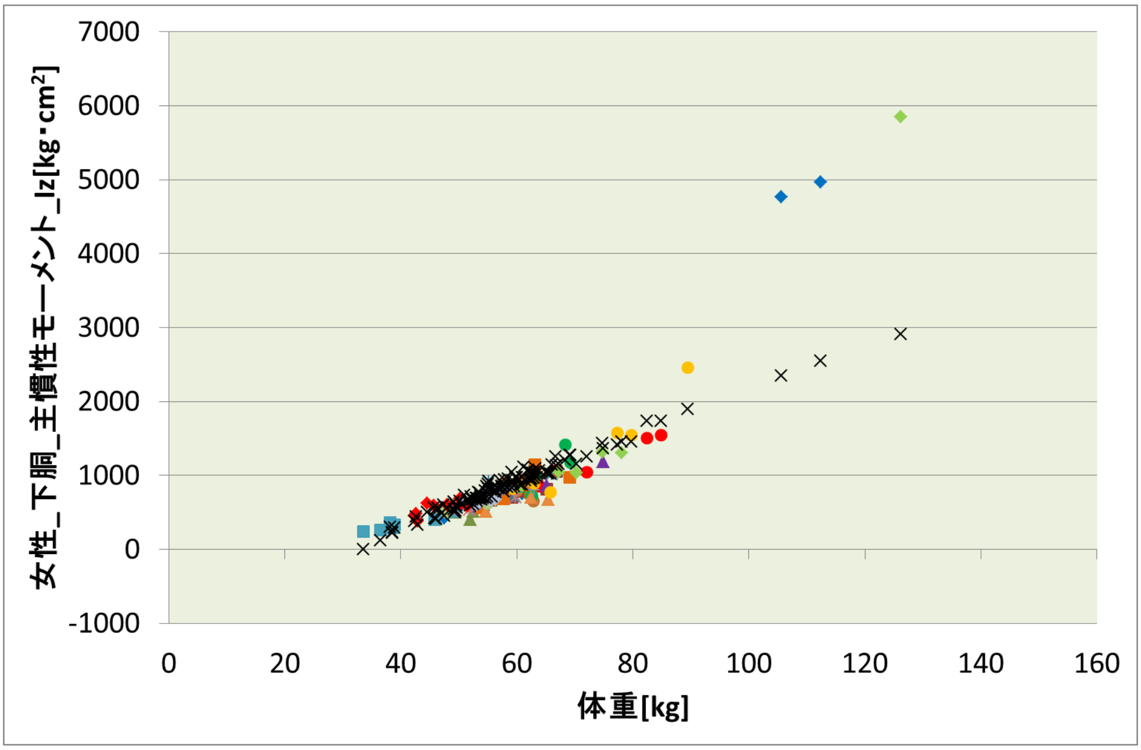


図 5-8(b)　女性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

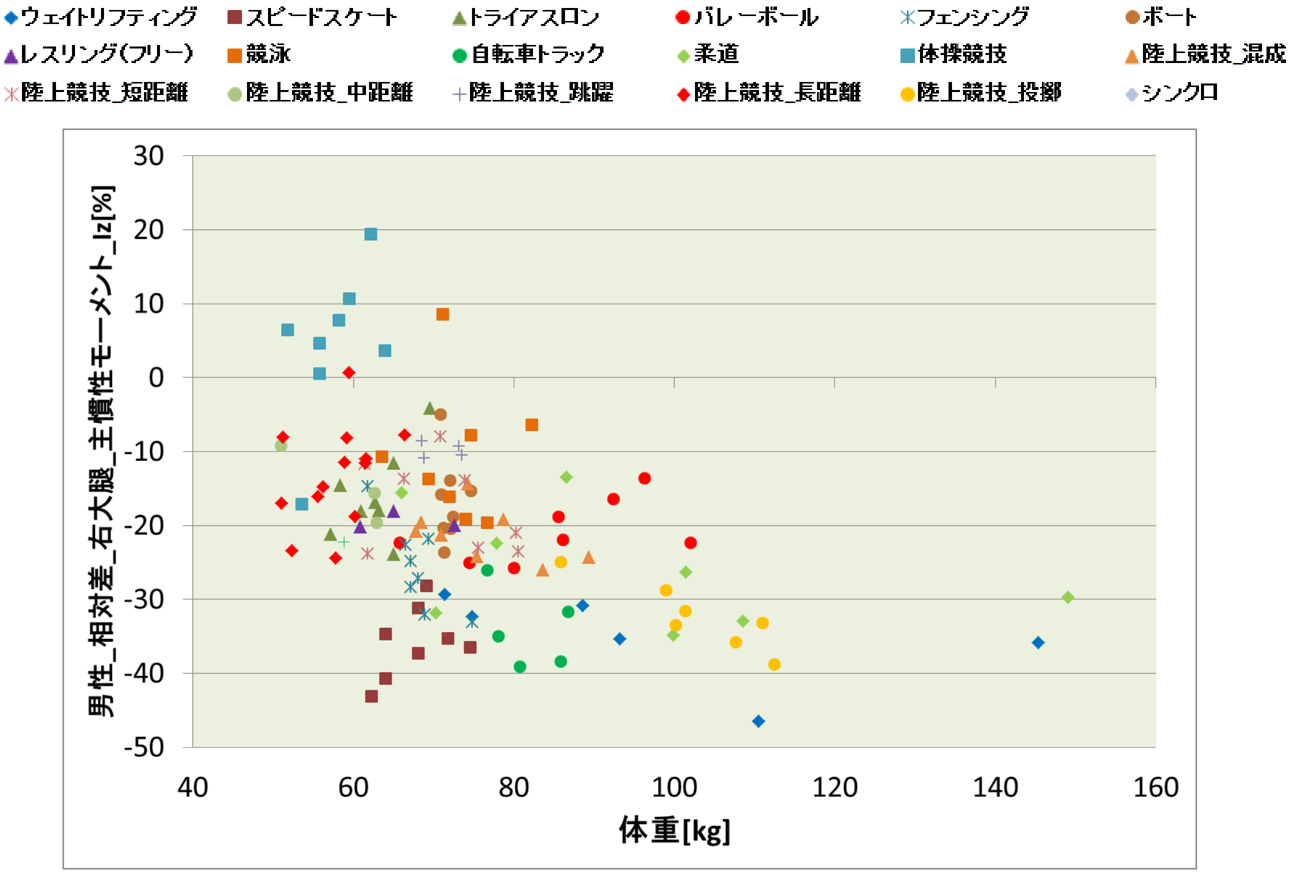


図 5-9(a)　男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

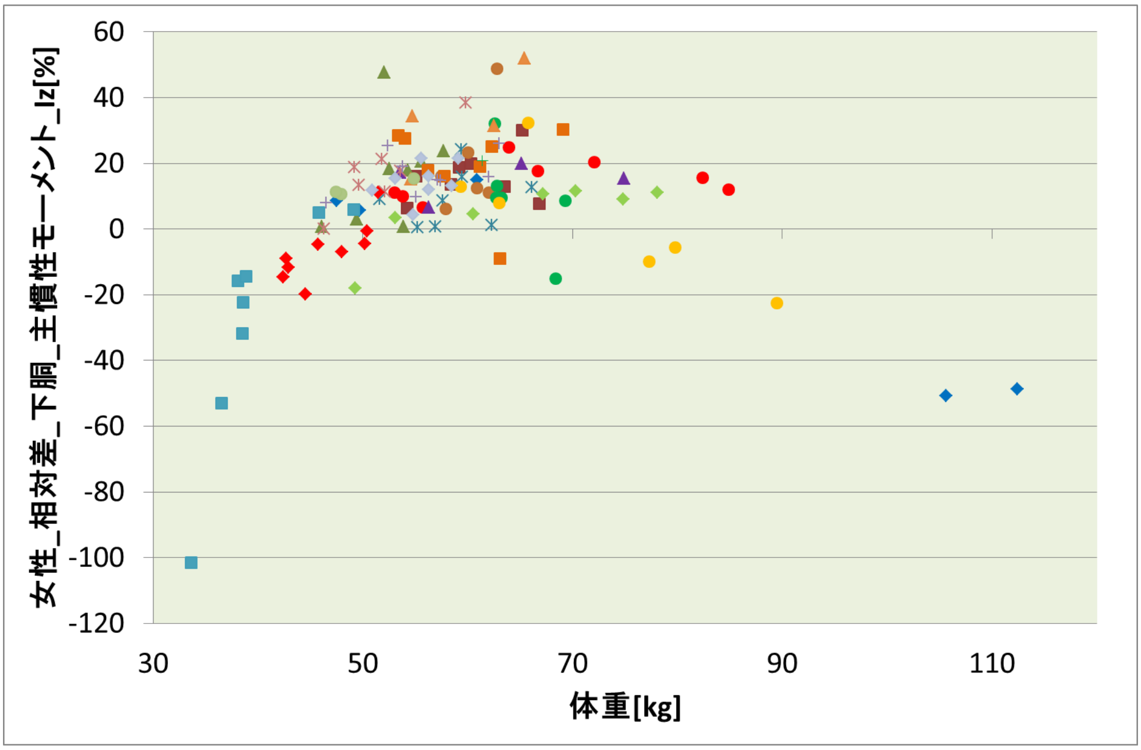


図 5-9(b)　女性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

阿江の推定式において，体重の大きい被験者と小さい被験者の BSP が過小評価されてしまうのは，推定式の独立変数である体重の適用範囲（男性 51.2～96.4kg，女性 39.3～79.4 kg）を逸脱しているためと考えられる．一方，右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントのように，スピードスケートや自転車トラックでは体重が適用範囲内であっても過小評価の傾向がみられ，相対差の分布に種目ごとの傾向が表れている．以上のことから，阿江の推定式を用いた BSP の推定は一部のトップアスリートでは無視できない過大評価や過小評価を生んでしまうことが明らかとなった．

解決策として，形態の似通った競技種目でカテゴライズし，新たな推定式を作成すること，また，阿江の推定式では体重と部分長のみが独立変数として選択されているが，太さの情報である周囲長や，形態測定値以外の情報である体脂肪率を新たな独立変数とし，より多くの独立変数を用いるなどが考えられる．

5.3　日本人アスリートの BSP の推定式

上記の問題を踏まえたうえで，本研究では重回帰分析を用いて身体部分の質量，質量中心比，3 軸まわりの主慣性モーメントの推定式の作成を試みた．推定式の実用性を考慮すると，説明変数は測定が容易で，その測定値の信頼性および再現性が高いものであることが望ましい．本研究では，身長[cm]，体重[kg]，体脂肪率[%]，部分長[cm]，部分の周囲長[cm]（表 5-10 参照）を説明変数，各 BSP を目的変数として，男女別にステップワイズ法（増減法）による重回帰分析を行った．説明変数の投入と除去の有意水準は 5%未満とした．また，回帰式（以下，推定式）による BSP の推定精度検証のため，男女別に各種目から 1 名ずつ（男性 17 名，女性 18 名）無作為に選んで重回帰分析から除外し，推定式作成の後に交差妥当性の検証を行うための標本とした．表 5-8 と表 5-9 は重回帰分析に用いた被験者のプロフィールと交差妥当性の検証に用いた被験者のプロフィールを示したものである．

表 5-8　重回帰分析用の被験者の特性

種目	性別	n	年齢[yr]	身長[cm]	体重[kg]
ウェイトリフティング	M	5	25.2±1.7	171.6±6.1	99.1±27.1
	F	4	22.0±3.2	152.6±6.6	67.6±26.3
スピードスケート	M	7	27.4±3.6	169.5±4.8	68.3±3.9
	F	7	24.2±5.7	164.4±3.9	61.1±4.0
トライアスロン	M	7	24.5±4.2	171.8±2.9	61.8±2.8
	F	7	25.8±6.5	163.4±4.1	53.6±2.5
バレーボール	M	7	30.0±3.4	189.0±9.0	84.3±11.4
	F	7	29.0±4.6	175.0±11.8	68.1±11.7
フェンシング	M	7	24.5±1.4	174.8±3.7	67.9±3.6
	F	7	27.8±2.8	164.4±4.1	57.5±3.2
ボート	M	7	26.2±4.1	179.6±3.6	71.9±1.2
	F	5	25.1±3.4	169.3±4.9	59.7±1.7
レスリング（フリー）	M	2	28.3±0.3	167.1±3.5	66.8±5.8
	F	3	26.9±2.6	164.3±4.8	64.5±8.7
競泳	M	7	22.9±1.9	178.4±4.1	72.8±5.4
	F	7	24.7±2.1	166.3±6.0	58.3±3.7
自転車トラック	M	4	24.6±3.3	176.2±3.2	82.5±4.1
	F	5	21.7±2.4	165.6±4.2	65.3±3.0
柔道	M	7	26.0±2.5	175.5±8.2	98.5±24.8
	F	7	26.3±3.9	159.3±7.1	72.1±23.9
体操競技	M	7	24.2±3.0	166.4±3.4	57.3±4.1
	F	7	19.5±2.6	149.7±6.5	40.1±5.0
陸上競技_混成	M	7	21.6±2.7	182.2±6.0	77.3±6.7
	F	3	23.2±6.5	169.3±3.1	57.3±3.7
陸上競技_短距離	M	7	25.1±3.4	178.0±6.0	70.0±6.6
	F	6	24.3±2.5	163.3±3.3	50.4±2.4
陸上競技_中距離	M	2	29.9±0.9	174.9±1.0	57.0±5.9
	F	2	29.3±7.3	165.0±0.3	51.4±3.5
陸上競技_長距離	M	12	25.8±4.0	171.8±6.3	57.7±4.4
	F	8	26.8±2.2	159.4±4.5	46.0±3.3
陸上競技_跳躍	M	4	26.4±1.8	181.7±1.7	71.0±2.3
	F	8	25.1±3.6	169.2±3.9	56.4±5.3
陸上競技_投擲	M	6	28.3±2.8	181.6±3.7	100.8±8.0
	F	5	26.8±5.4	166.6±3.2	75.1±9.7
シンクロ	F	7	25.2±1.4	165.4±3.7	56.2±1.9
男計		105	25.6±3.7	176.0±7.8	74.0±17.3
女計		105	25.2±4.6	163.9±8.1	58.4±13.0
合計		210	25.4±4.2	170.0±10.0	66.2±17.2

表 5-9　交差妥当性の検証用の被験者の特性

種目	性別	n	年齢[yr]	身長[cm]	体重[kg]
ウェイトリフティング	M	1	24.7	174.4	88.6
	F	1	21.9	165.4	105.6
スピードスケート	M	1	20.1	168.6	64.0
	F	1	34.9	162.0	55.1
トライアスロン	M	1	35.8	181.5	69.6
	F	1	26.0	156.5	46.1
バレーボール	M	1	29.8	201.6	92.4
	F	1	36.9	166.7	55.7
フェンシング	M	1	29.2	170.6	68.9
	F	1	25.7	166.8	66.1
ボート	M	1	32.4	180.3	72.4
	F	1	25.0	164.4	62.8
レスリング（フリー）	M	1	23.6	165.4	65.0
	F	1	25.6	156.9	56.3
競泳	M	1	23.0	177.8	74.0
	F	1	20.0	178.0	69.1
自転車トラック	M	1	25.9	175.9	78.1
	F	1	21.1	167.8	62.7
柔道	M	1	29.9	160.5	70.3
	F	1	19.8	167.2	74.8
体操競技	M	1	23.5	169.4	59.5
	F	1	22.2	148.7	38.5
陸上競技_混成	M	1	21.8	175.6	67.8
	F	1	23.1	171.3	65.4
陸上競技_短距離	M	1	23.6	179.8	80.6
	F	1	20.5	169.4	59.8
陸上競技_中距離	M	1	21.5	177.0	62.6
	F	1	20.6	162.9	47.4
陸上競技_長距離	M	1	25.6	178.0	58.9
	F	1	31.8	167.3	50.2
陸上競技_跳躍	M	1	23.5	170.8	58.8
	F	1	22.4	172.8	57.1
陸上競技_投擲	M	1	23.9	179.2	112.5
	F	1	23.7	164.8	59.3
シンクロ	F	1	24.2	159.2	50.9
男計		17	25.7±4.1	175.7±8.6	73.2±13.6
女計		18	24.7±4.8	164.9±6.5	60.2±14.0
合計		35	25.2±4.5	170.1±9.3	66.5±15.3

表 5-10　各身体部分で選択した周囲長の情報

	頭	胴体	上腕	前腕	手	大腿	下腿	足	上胴	下胴
周囲長[cm]	なし	胸囲	上腕囲60%部位	前腕囲30%部位	なし	大腿囲50%部位	下腿囲30%部位	なし	胸囲	
		臍位腹囲								臍位腹囲
		殿囲								殿囲

*部分長は上端位を0%とし，下端位を100%とした.

表 5-11　部分質量の推定係数

部分質量[kg]		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	R	標準誤差[kg]	%標準誤差[%]
男性	頭	1.521	—	0.034	−0.032	0.131	—	—	—	0.852	0.26	4.36
	胴体	−71.133	—	—	—	0.399	0.389	0.305	0.213	0.979	1.55	5.07
	上腕	−3.378	—	0.007	—	0.077	0.098	—	—	0.989	0.08	3.77
	前腕	−1.454	−0.003	0.004	—	0.040	0.070	—	—	0.989	0.03	3.35
	手	0.097	−0.001	0.006	−0.007	0.025	—	—	—	0.784	0.05	10.78
	大腿	−13.261	−0.016	0.041	—	0.224	0.245	—	—	0.992	0.26	2.52
	下腿	−4.757	—	0.015	—	0.056	0.126	—	—	0.991	0.09	2.58
	足	−0.843	—	0.005	—	0.055	—	—	—	0.935	0.05	5.18
	上胴	−45.839	0.041	—	0.121	0.427	0.436	—	—	0.965	1.22	6.83
	下胴	2.153	−0.087	0.213	0.069	0.489	—	—	—	0.973	0.80	6.85
女性	頭	1.224	—	0.027	−0.013	0.166	—	—	—	0.877	0.22	4.51
	胴体	−42.904	−0.068	—	—	0.576	0.170	0.475	—	0.981	1.64	6.54
	上腕	−2.550	—	—	—	0.055	0.105	—	—	0.986	0.08	5.78
	前腕	−0.698	−0.004	0.007	−0.003	0.030	0.051	—	—	0.991	0.03	3.52
	手	0.099	−0.001	0.005	−0.003	0.018	—	—	—	0.935	0.02	7.83
	大腿	−11.452	—	0.036	—	0.174	0.207	—	—	0.983	0.32	3.59
	下腿	−3.592	−0.012	0.016	—	0.079	0.125	—	—	0.972	0.15	4.49
	足	−0.526	—	0.007	−0.004	0.039	—	—	—	0.853	0.06	7.95
	上胴	−6.848	−0.050	0.192	—	0.298	0.099	—	—	0.981	0.77	5.14
	下胴	−18.275	−0.050	—	—	0.546	—	0.228	0.108	0.987	0.80	6.39

*部分質量[kg]は（部分質量[kg]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×周囲長[cm]）で推定される.
ただし胴体，上胴，下胴は（部分質量[kg]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×胸囲[cm]+a_6×臍位腹囲[cm]+a_7×殿囲[cm]）で推定される.

表 5-12　質量中心比の推定係数

質量中心比[%]		b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	R	標準誤差[%]	%標準誤差[%]
男性	頭	1119.762	0.205	0.078	—	−4.900	—	—	—	0.723	3.11	3.36
	胴体	46.965	—	—	0.147	—	−0.153	—	0.133	0.707	0.87	1.92
	上腕	41.103◎	—	—	—	—	—	—	—	—	1.11	2.73
	前腕	41.625◎	—	—	—	—	—	—	—	—	0.79	1.89
	手	80.241	0.161	—	—	−3.460	—	—	—	0.891	2.33	3.18
	大腿	42.937◎	—	—	—	—	—	—	—	—	1.58	3.54
	下腿	40.769	−0.029	−0.038	—	—	0.225	—	—	0.489	0.67	1.59
	足	57.587◎	—	—	—	—	—	—	—	—	0.79	1.37
	上胴	33.304	−0.076	—	0.145	0.564	—	—	—	0.559	1.79	4.51
	下胴	90.741	—	0.122	—	−0.890	—	−0.251	—	0.656	2.31	3.84
女性	頭	112.573	0.121	0.057	—	−3.559	—	—	—	0.546	2.27	2.67
	胴体	49.716	−0.099	—	—	0.159	−0.093	—	0.169	0.613	1.16	2.42
	上腕	41.712◎	—	—	—	—	—	—	—	—	1.76	4.51
	前腕	42.019◎	—	—	—	—	—	—	—	—	0.73	1.76
	手	71.077	0.236	—	—	−3.903	—	—	—	0.711	2.40	3.22
	大腿	44.719	−0.093	—	−0.110	—	0.287	—	—	0.582	0.95	2.24
	下腿	42.431	—	—	−0.080	—	0.125	—	—	0.499	0.91	2.23
	足	54.034	—	−0.035	—	0.242	—	—	—	0.501	1.07	1.87
	上胴	34.610	—	—	—	—	0.075	—	—	0.145	1.88	4.76
	下胴	68.924	—	—	—	−0.923	—	−0.281	0.360	0.732	1.84	2.81

*質量中心比[%]は（質量中心比[%]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×周囲長[cm]）で推定される.
ただし胴体，上胴，下胴は（質量中心比[%]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×胸囲[cm]+a_6×臍位腹囲[cm]+a_7×殿囲[cm]）で推定される.
◎男性の上腕，前腕，大腿，足および女性の上腕，前腕の質量中心比は重回帰分析による値ではなく平均値を示した.

表 5-13(a)　主慣性モーメントの推定係数（男性）

主慣性モーメント [kg・cm^2]		c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	R	標準誤差 [kg・cm^2]	%標準誤差[%]
Ix	頭	-323.061	1.757	2.571	-2.458	14.758	—	—	—	0.806	38.26	9.61
	胴体	-14741.778	-63.737	227.740	—	400.472	—	—	—	0.952	1094.14	9.60
	上腕	-521.464	—	1.132	—	14.751	6.894	—	—	0.985	9.01	5.92
	前腕	-164.478	—	0.222	—	5.083	2.956	—	—	0.972	3.52	6.23
	手	-14.077	—	0.177	-0.229	1.492	—	—	—	0.764	1.88	18.37
	大腿	-5034.089	—	9.939	—	96.050	32.661	—	—	0.968	129.32	7.12
	下腿	-1312.642	—	2.701	—	28.719	9.865	—	—	0.984	18.19	4.98
	足	-120.229	0.181	0.242	—	4.251	—	—	—	0.959	2.75	7.96
	上胴	-13201.456	—	—	34.570	194.220	94.201	—	—	0.924	413.09	17.71
	下胴	67.455	-17.557	35.456	18.146	69.689	—	—	—	0.928	212.50	24.75
Iy	頭	-334.626	1.931	1.674	—	13.625	—	—	—	0.728	42.86	11.55
	胴体	-15599.557	-62.900	251.098	—	405.041	—	—	—	0.947	1268.71	9.51
	上腕	-492.680	—	1.129	-0.817	14.718	5.787	—	—	0.983	8.81	5.90
	前腕	-169.492	—	0.236	—	5.113	3.134	—	—	0.973	3.51	6.13
	手	-12.697	—	0.147	-0.190	1.367	—	—	—	0.756	1.65	18.76
	大腿	-4761.015	—	9.361	—	95.153	27.834	—	—	0.966	127.26	7.38
	下腿	-1291.940	—	2.742	—	28.163	9.705	—	—	0.984	17.73	4.94
	足	-15.359	—	0.083	—	0.674	—	—	—	0.916	0.91	10.97
	上胴	-12076.497	—	43.564	—	167.678	73.917	—	—	0.950	417.91	11.07
	下胴	-756.410	-13.875	36.172	16.344	85.943	—	—	—	0.938	227.68	21.55
Iz	頭	-42.758	—	2.222	-1.676	6.924	—	—	—	0.870	13.46	6.32
	胴体	5136.339	-76.009	147.080	—	90.339	—	—	-39.162	0.971	454.61	15.47
	上腕	-39.515	-0.412	0.473	—	1.546	2.187	—	—	0.979	2.78	13.75
	前腕	-11.916	-0.063	0.152	—	—	0.798	—	—	0.971	0.94	14.19
	手	-0.135	-0.018	0.065	-0.073	0.221	—	—	—	0.781	0.49	18.09
	大腿	-1385.267	—	—	5.663	5.887	27.225	—	—	0.946	56.02	15.15
	下腿	-125.253	—	0.668	—	—	3.383	—	—	0.978	3.44	7.21
	足	-112.362	—	0.270	—	5.184	—	—	—	0.954	3.24	8.03
	上胴	-11187.986	—	—	39.224	76.661	106.792	—	—	0.937	407.98	22.69
	下胴	457.067	-28.668	40.251	—	52.447	—	21.410	—	0.952	218.45	27.50

*主慣性モーメント[kg・cm^2]は(主慣性モーメント[kg・cm2]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×周囲長[cm])で推定される.
ただし胴体，上胴，下胴は(主慣性モーメント[kg・cm2]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×胸囲[cm]+a_6×臍位腹囲[cm]+a_7×殿囲[cm])で推定される.

表 5-13(b)　主慣性モーメントの推定係数（女性）

主慣性モーメント [kg・cm^2]		c_0	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	R	標準誤差 [kg・cm^2]	%標準誤差[%]
Ix	頭	-111.523	—	1.839	—	20.536	—	—	—	0.768	28.17	9.80
	胴体	-29450.507	—	—	—	379.458	43.451	197.241	—	0.972	949.47	12.96
	上腕	-278.681	—	0.841	—	7.884	5.084	—	—	0.974	7.97	8.48
	前腕	-68.874	-0.231	0.433	-0.180	3.656	1.528	—	—	0.984	2.54	8.33
	手	-7.605	—	0.147	-0.098	0.824	—	—	—	0.899	0.97	14.28
	大腿	-3272.954	—	9.457	—	67.992	22.708	—	—	0.968	80.93	6.28
	下腿	-922.701	—	2.833	-1.668	18.238	11.306	—	—	0.944	31.82	9.90
	足	-61.676	—	0.303	-0.169	3.066	—	—	—	0.892	2.71	11.98
	上胴	-1412.433	-15.034	48.911	—	89.223	—	—	—	0.972	180.34	11.04
	下胴	-2696.091	-10.961	—	—	90.338	—	48.310	—	0.971	188.94	25.36
Iy	頭	-97.780	—	1.808	—	17.442	—	—	—	0.761	25.38	9.85
	胴体	-31173.613	—	—	—	400.174	51.302	206.862	—	0.971	1058.88	12.64
	上腕	-261.613	—	0.728	—	7.922	4.508	—	—	0.971	7.71	8.30
	前腕	-68.848	-0.251	0.462	-0.196	3.700	1.599	—	—	0.982	2.73	8.79
	手	-6.975	—	0.123	-0.086	0.782	—	—	—	0.907	0.79	13.12
	大腿	-4069.544	8.511	—	—	51.728	33.532	—	—	0.974	71.29	6.65
	下腿	-846.309	-2.024	2.576	—	25.132	10.822	—	—	0.952	27.73	8.44
	足	-6.192	-0.030	0.099	-0.045	0.480	—	—	—	0.825	0.79	16.13
	上胴	-2584.426	-15.332	54.904	—	97.938	13.255	—	—	0.971	252.01	10.43
	下胴	-3280.086	-7.825	—	—	106.819	—	47.387	—	0.975	169.83	19.98
Iz	頭	-26.636	—	1.451	—	7.685	—	—	—	0.895	11.53	7.04
	胴体	-9124.913	—	—	—	—	35.786	108.583	—	0.967	441.69	24.78
	上腕	-57.762	-0.134	—	—	1.079	2.693	—	—	0.985	2.62	29.19
	前腕	-0.885	-0.099	0.164	-0.048	0.183	0.409	—	—	0.978	0.84	16.16
	手	-0.661	—	0.046	-0.022	—	—	—	—	0.891	0.29	20.81
	大腿	-552.520	—	6.153	—	—	9.621	—	—	0.987	23.26	8.15
	下腿	-63.077	-0.696	0.858	—	1.768	2.845	—	—	0.984	5.00	10.50
	足	-64.491	—	0.341	-0.182	3.160	—	—	—	0.899	2.89	12.31
	上胴	-498.432	-14.072	43.509	—	—	17.908	—	—	0.970	191.54	13.84
	下胴	-2797.494	-17.494	—	—	93.710	—	62.773	—	0.957	291.59	39.99

*主慣性モーメント[kg・cm^2]は(主慣性モーメント[kg・cm2]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×周囲長[cm])で推定される.
ただし胴体，上胴，下胴は(主慣性モーメント[kg・cm2]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×胸囲[cm]+a_6×臍位腹囲[cm]+a_7×殿囲[cm])で推定される.

表 5-11，5-12，5-13(a)，5-13(b)は得られた推定式の係数を示したものである．また，表中には重相関係数および推定値の標準誤差と%標準誤差を示した．ここでの重相関係数は交差妥当性の検証のための被験者（表 5-7）に推定式を適用した場合の BSP の推定値と表 5-7 の被験者の測定値の相関を示すものである．また標準誤差（推定値と測定値の残差の RMS）と%標準誤差（推定値と測定値の相対残差の RMS）は以下の式(4)，(5)で算出した．

$$\text{標準誤差} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum(\text{推定値} - \text{測定値})^2} \tag{4}$$

$$\%\text{標準誤差} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum\left(\frac{\text{推定値} - \text{測定値}}{\text{測定値}} \times 100\right)^2} \tag{5}$$

男性では上腕，前腕，大腿，足，女性では上腕，前腕の質量中心比の重回帰分析において有意な重相関係数が得られなかった．したがって，これらについては，表中の切片（b_0）の箇所に質量中心比の平均値を示した．

重相関係数は, 部分質量では 0.784～0.992, 主慣性モーメントでは 0.728～0.987 とすべて 0.1%水準で有意であったことから，これらの推定式により日本人青年男女アスリートの BSP の推定が可能であることが示唆される．また，これらの値は阿江の推定式（1996）で報告されている重相関係数（表 5-14(a)，(b)，(c)）と同等以上の数値であり，この推定式を用いることにより，日本人アスリートの BSP を従来の方法と同等以上の精度で推定することが可能であると示唆される．また本研究で提示する推定式の独立変数の適用範囲は阿江の手法よりも拡大されており（男性：身長 159.5～203.9cm，体重 51.0～149.1kg，体脂肪率 1.5～34%；女性：身長 139.6～188.2，体重 33.6～126.2kg，体脂肪率 5.7～36.4%），より様々な形態のアスリートに適用可能であると考えられる．一方，質量中心比については，一部の身体部分で有意な重相関係数が得られなかったため平均値を採用しているが，標準誤

差と%標準誤差が小さいことから，個人差が小さいことが分かる．よって，質量中心比も阿江の推定式と同様に，定数で推定することが可能であると考えられる．

推定精度について，質量と質量中心比は約±5～10%程度の精度で推定でき，主慣性モーメントは±20～40%の精度を示した．このことから，本推定式を用いれば一定以上の精度での BSP の推定値を得られるといえる．しかしながら，女性の右上腕と下胴の上下軸まわり主慣性モーメントでは推定値が負の値を示す者がいた（図 5-8(a)，図 5-8(b)）．また，胴体，上胴，下胴では測定値と推定値の誤差（推定誤差）が大きくなった（図 5-9，図 5-10）．推定誤差[%]は以下の式で算出した．

$$\text{推定誤差[\%]} = \frac{\text{推定値} - \text{測定値}}{\text{測定値}} \times 100 \qquad (6)$$

以上のことから，本研究で提示する推定式では推定誤差が大きくなるものがあることが分かった．これらについては適用する際に注意する必要がある．これらの問題に対する解決策として，重回帰分析で用いる独立変数をさらに増やす（例えば，各身体部分で説明変数として採用する周囲長の数を増やす）ことや，形態の似た競技種目でカテゴライズし，一つの身体部分に対する推定式を複数作成するといった方法が考えられる．これらについては今後検討していく必要があるだろう．

表 5-14(a)　阿江の推定式（1996）の部分質量の推定係数

単位：kg		a0	a1・(SL)	a2・(WT)	*R*
男子	頭部	−1.1968	25.9526	0.02604	0.733
	胴体	−10.1647	18.7503	0.48275	0.951
	上腕	−0.36785	1.15588	0.02712	0.818
	前腕	−0.43807	2.22923	0.01397	0.782
	手	−0.01474	2.09424	0.00414	0.469
	大腿	−4.53542	14.5253	0.09324	0.924
	下腿	−1.71524	6.04396	0.03885	0.852
	足	−0.26784	2.61804	0.00545	0.463
	上胴	−9.63322	31.431	0.27893	0.935
	下胴	−5.70449	29.2113	0.17966	0.895
女子	頭部	−0.67895	22.8598	0.02111	0.731
	胴体	−14.61	34.646	0.39995	0.938
	上腕	−0.49429	2.04431	0.02414	0.861
	前腕	−0.33838	2.42059	0.01079	0.772
	手	−0.04586	1.68034	0.00478	0.564
	大腿	−3.74942	8.19775	0.13576	0.944
	下腿	−1.40459	5.11653	0.04346	0.865
	足	−0.39879	3.20138	0.00477	0.581
	上胴	−6.14877	26.8538	0.22507	0.898
	下胴	−6.87637	39.0758	0.17224	0.916

SL は部分長(m)，WT は体重(kg)である。

表 5-14(b)　阿江の推定式（1996）の主慣性モーメントの推定係数（男性）

単位：kg・cm²		b0	b1・(SL)	b2・(WT)	*R*
MX	頭部	−367.903	2843.24	2.71413	0.749
	胴体	−25180.2	43095.5	200.723	0.959
	上腕	−317.679	1007.85	1.85249	0.881
	前腕	−145.867	562.219	0.85722	0.849
	手	−6.36541	80.3581	0.10995	0.507
	大腿	−2127.91	5684.2	11.83	0.917
	下腿	−1190.24	3093.33	5.27481	0.908
	足	−38.9258	214.578	0.01445	0.390
	上胴	−6157.42	15247.8	58.0109	0.946
	下胴	−1687.06	5588.38	22.6268	0.876
MY	頭部	−354.077	2680.71	2.4924	0.756
	胴体	−25902.6	43759.1	217.775	0.962
	上腕	−312.14	999.691	1.74277	0.887
	前腕	−146.449	576.661	0.79727	0.854
	手	−7.30695	82.0684	0.14433	0.533
	大腿	−2043.38	5547.75	10.6498	0.918
	下腿	−1174.66	3048.1	5.19169	0.910
	足	−6.29702	37.6738	0.01248	0.310
	上胴	−6423.4	15063.0	71.5226	0.951
	下胴	−1982.55	6516.01	27.7046	0.895
MZ	頭部	−138.956	1307.37	1.24856	0.650
	胴体	−2482.2	−385.282	83.2293	0.937
	上腕	−11.1029	−44.8794	0.71203	0.728
	前腕	−13.4756	26.3785	0.24644	0.644
	手	−1.67255	9.0812	0.05381	0.541
	大腿	−350.308	418.338	6.6271	0.893
	下腿	−62.7928	104.746	1.10838	0.781
	足	−40.9844	228.138	0.00753	0.393
	上胴	−2016.55	1516.61	48.8973	0.906
	下胴	−1376.85	2246.6	29.075	0.897

SL は部分長(m)，WT は体重(kg)である。

表 5-14(c)　阿江の推定式（1996）の主慣性モーメントの推定係数（女性）

単位：kg・cm²		b0	b1・(SL)	b2・(WT)	*R*
MX	頭部	−234.037	2109.44	2.02597	0.747
	胴体	−18029.8	36002.1	134.798	0.920
	上腕	−243.445	888.26	1.28134	0.900
	前腕	−85.1542	387.145	0.53763	0.819
	手	−6.55876	68.32070	0.12401	0.599
	大腿	−1895.67	4292.37	19.5287	0.917
	下腿	−840.811	2373.89	4.82359	0.873
	足	−30.6662	148.976	0.14026	0.525
	上胴	−3537.95	10495.1	36.6747	0.880
	下胴	−1407.99	5368.76	19.0825	0.912
MY	頭部	−224.251	1973.49	1.81328	0.783
	胴体	−19179.0	37876.7	148.145	0.919
	上腕	−239.382	890.139	1.13366	0.903
	前腕	−86.1268	401.195	0.48729	0.825
	手	−6.66546	69.0151	0.14169	0.620
	大腿	−1851.78	4347.35	17.6609	0.916
	下腿	−830.815	2342.82	4.75943	0.875
	足	−6.50157	31.1985	0.03788	0.487
	上胴	−3751.31	10796.7	44.8247	0.881
	下胴	−1884.32	7013.95	25.8585	0.901
MZ	頭部	−98.4667	1085.02	0.9735	0.643
	胴体	−3180.3	3427.03	61.0274	0.917
	上腕	−15.0461	16.5561	0.45614	0.792
	前腕	−6.19627	22.5716	0.14122	0.620
	手	−1.07143	8.99076	0.03885	0.558
	大腿	−262.075	−14.1213	9.01354	0.941
	下腿	−46.4364	67.1446	1.16958	0.825
	足	−32.2161	153.66	0.16041	0.531
	上胴	−1214.28	1489.2	33.4311	0.879
	下胴	−1472.05	3909.55	27.442	0.898

SL は部分長(m)，WT は体重(kg)である。

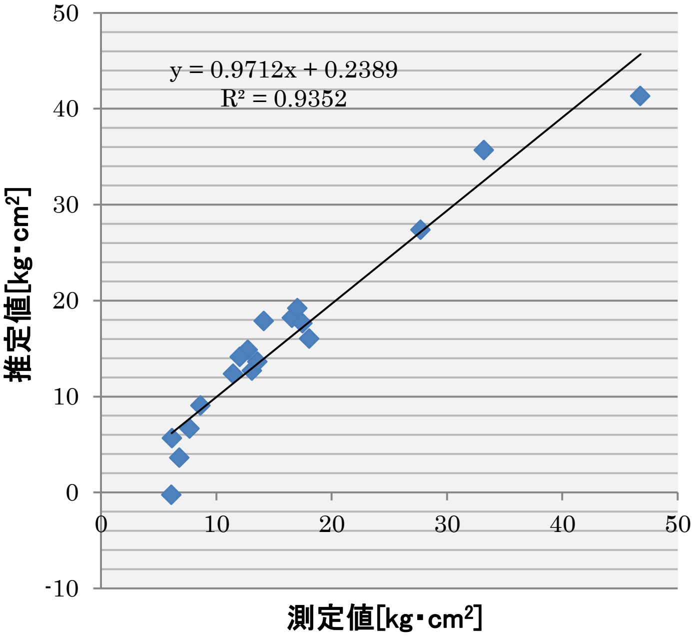


図 5-8(a)　女性の右上腕の上下軸まわりの
主慣性モーメントの測定値と推定値の関係

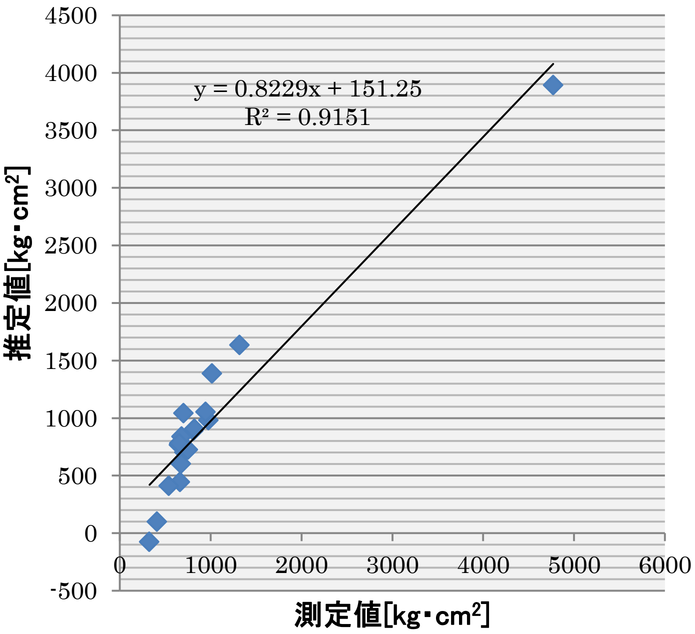


図 5-8(b)　女性の下胴の上下軸まわりの
主慣性モーメントの測定値と推定値の関係

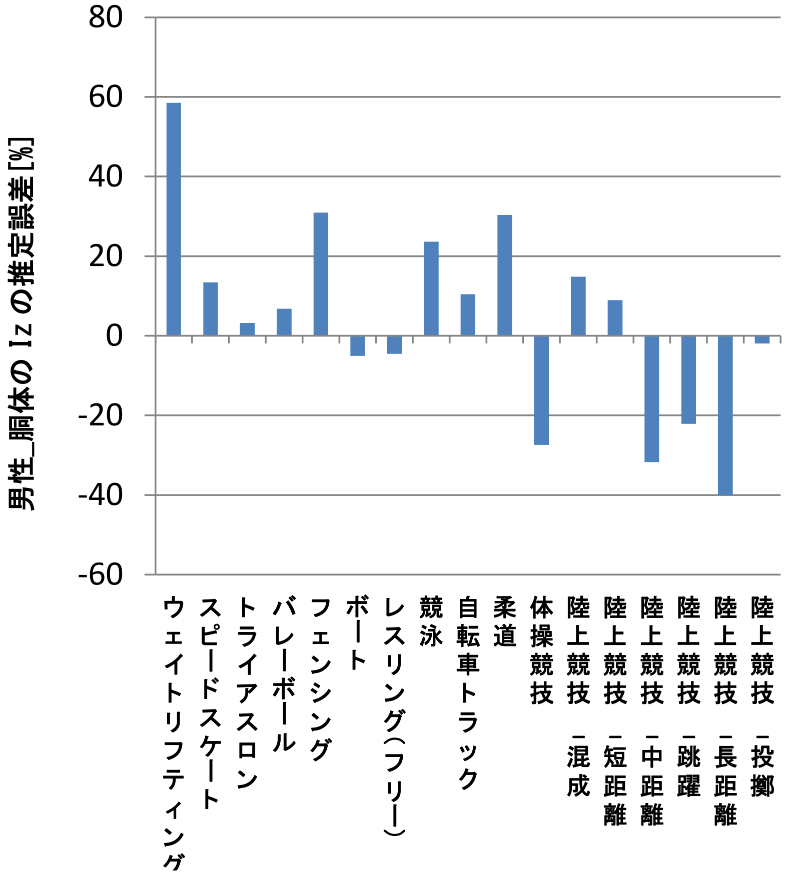


図 5-9　男性の下胴の左右軸まわりの主慣性モーメントの推定誤差[%]

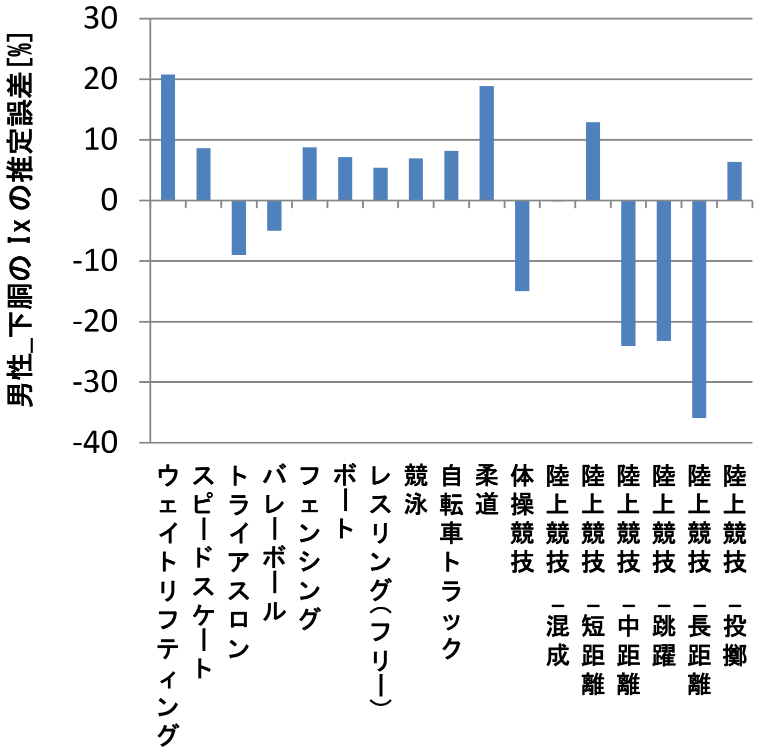


図 5-10　男性の胴体の上下軸まわりの主慣性モーメントの推定誤差[%]

6.　結言

本研究の目的は

1.　様々な競技種目のアスリートを対象に，個々の BSP を算出し，一流アスリートの形態的特性とその性差，種目差について明らかにすること

2.　身長，体重や周囲長などの測定が容易で信頼性の高い形態測定値から BSP の推定式を提示すること

の 2 点であった．本研究の成果は以下のようにまとめられる．

①　日本人アスリートの BSP の算出について

3 次元 CAD を用いて日本人アスリート 245 名（男性 122 名，女性 123 名）の BSP を算出することができた．また，2 元配置分散分析と多重比較（シェッフェの法）を用いた統計処理により，アスリートの BSP の性差および種目差に言及することができた．

②　形態的特徴の違いが BSP に及ぼす影響について

形態的特徴に大きな違いがみられるアスリートの BSP には，有意な性差と種目差があった．特にウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲は他の種目との差が大きく，筋量および筋形状が特異であり，BSP に違いを生じていると分かった．また，女性競技者は男性競技者よりも種目間での BSP の差が小さいことが明らかとなった．

③　日本人アスリートの BSP 推定式の作成について

ステップワイズ重回帰分析法を用いて，身長，体重，体脂肪率，部分長，部分の周囲長を説明変数とする日本人青年アスリートの BSP の推定式を男女別に作成し，

交差妥当性検証による推定式の精度検証を行った．その結果，本研究の推定式を用いることにより，日本人アスリートの BSP を従来の方法と同等以上の精度で推定することが可能であることが示唆された．

今後の課題

本研究で提示した推定式では，一部の被験者では誤差が大きくなるものがあることが分かった．これらの問題に対する解決策として，重回帰分析で用いる独立変数を増やす（例えば，各身体部分で説明変数として採用する周囲長の数を増やす）ことや，形態の似た競技種目でカテゴライズし，推定式を新たに複数作成する等の方法が考えられる．これらにより，日本人アスリートの BSP 推定式のさらなる精度向上が可能であると考えられる．しかしながら，推定式を複数作成する場合は各カテゴリーで安定な推定式が得られるようにする必要があるだろう．また，被験者数が十分に大きければ，BSP データをデータベース化し，必要に応じて特定の条件（性別，形態，種目など）に最もあてはまる BSP データを検索し，利用するといったことも可能になると考えられる．

いずれの方法が最適かは今後さらに検討する必要があるが，多種多様のアスリートについて簡便でより正確に BSP を提供できるようにすることは，今後のバイオメカニクス研究の発展に大きく寄与するものと考えられる．

謝辞

修士論文を作成するにあたり，吉川和利先生，岡田英孝先生には大変お世話になりました．両先生の熱心なご指導と的確なご指摘のおかげで，研究をやり遂げることができたことに深く感謝いたします．また，実験を行った際，国立スポーツ科学センター(JISS)スポーツ科学研究部の横澤俊治氏をはじめとするJISS職員の方々，被験者となって頂いた選手および指導者の方々にご協力いただきました．特に横澤氏には，実験後にも多大なるご指摘，ご指導を賜りました．ここに厚く御礼申し上げます．

引用および参考文献

阿部 敏之(2011) . 3 次元人体形状計測装置および3 次元CAD ソフトを用いた身体部分慣性係数の算出と応用. *電気通信大学修士論文*.

阿江 通良, 湯 海鵬, 横井 孝志 (1992). 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. *バイオメカニズム* **11,** 23-33.

阿江 通良 (1996). 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数. *Japanese Journal of SPORTS SCIENCE* **15,** 155-162.

阿江 通良 (1997). KinematicsとKineticsをつなぐ身体部分慣性係数ーその測定法と係数の比較ー. *バイオメカニクス研究* **1,** 51-62.

Bauer JJ, Pavol MJ, Snow CM & Hayes WC (2007). MRI-derived body segment parameters of children differ from age-based estimates derived using photogrammetry. *Journal of Biomechanics* **40,** 2904-2910.

Chandler RF, Clauser CE, McConvile JT, Reynolds HM & Young JW (1975). Investigation of inertia properties of the human body. *AMRL Technical Report* , *74-137.* Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.

Cheng CK, Chen HH, Chen CS, Lee CL & Chen CY (2000). Segment inertial properties of Chinese adults determined from magnetic resonance imaging. *Clinical Biomechanics* **15,** 559-566.

Davidson PL, Wilson SJ, Wilson BD & Chalmers DJ (2008). Estimating subject-specific body segment parameters using a 3-dimensional modeller program. *Journal of Biomechanics* **41,** 3506-3510.

Dempster WT (1955). Space requirements of the seated operator. *WADC Technical Report.* Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.

Durkin JL & Dowling JJ (2006). Body segment parameter estimation of the human lower leg using an elliptical model with validation from DEXA. *Annals of Biomedical Engineering* **34,** 1483-1493.

Durkin JL, Dowling JJ & Andrews DM (2002). The measurement of body segment inertial parameters using dual energy X-ray absorptiometry. *Journal of Biomechanics* **35,** 1575-1580.

石井 喜八, 高島 慎助 (1971). 人体重心と運動の効果. *大阪体育大学紀要* **3,** 1-6.

石河 利寛 (1958). 運動選手と重心の高さ. *体育の科学* **18,** 348-350.

Hanavan EP (1968). A mathematical model of the human body. *AMRL Technical Report 64-102*. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.

広石 紗良 (2012). 組織分布の違いが身体部分密度に及ぼす影響. *電気通信大学卒業論文.*

Jensen RK (1978). Estimation of the biomechanical properties of three body types using a photogrammetric method. *Journal of Biomechanics* **11,** 349-358.

Jensen RK (1986). Body segment mass, radius and radius of gyration proportions of children. *Journal of Biomechanics* **19,** 359-368.

Jensen RK (1989). Changes in segment inertia proportions between 4 and 20 years. *Journal of Biomechanics* **22,** 529-563.

Jensen RK (1993). Human morphology: its role in the mechanics of movement. *Journal of Biomechanics* **26 Suppl 1,** 81-89.

倉林 準, 持丸 正明, 河内 まき子 (2003). 股関節中心推定方法の比較・検討. *バイオメカニズム学会誌* **27,** 29-36.

Lee MK, Le NS, Fang AC & Koh MTH (2009). Measurement of body segment parameters using dual energy X-ray absorptiometry and three-dimensional geometry: An application in gait analysis. *Journal of Biomechanics* **42,** 217-222.

Martin PE, Mungiole M, Marzke MW & Longhill JM (1989). The use of magnetic resonance imaging for measuring segment inertial properties. *Journal of Biomechanics* **22,** 529-563.

松井 秀治 (1958). 運動と身体の重心－各種姿勢の重心位置に関する研究－. 体育の科学社, 東京.

岡田 英孝, 阿江 通良, 藤井 範久, 森丘 保典 (1996). 日本人高齢者の身体部分慣性特性. *バイオメカニズム* **13,** 125-139.

Park SJ, Kim CB & Park SC (1999). Anthropometric and biomechanical characteristics on body segments of Koreans. *Applied Human Science* **18,** 91-99.

Pearsall DJ, Reid JG & Ross R (1994). Inertial properties of the human trunk of males determined from magnetic-resonance-imaging. *Annals of Biomedical Engineering* **22,** 692-706.

Pearsall DJ, Reid JG & Livingston LA (1996). Segmental inertial parameters of the human trunk as determined from computed tomography. *Annals of Biomedical Engineering* **24,** 198-210.

Plagenhoef S, Evans FG & Abdelnour T (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **54,** 169-178.

設楽 佳世, 高井 洋平, 太田 めぐみ, 若原 卓, 金久 博昭, 福永 哲夫, 川上 泰雄 (2009). 光学3次元人体形状計測法に基づく体表面積の推定式の開発. *体力科學* **58,** 463-474.

高取 泰洋 (2012). 密度の違いが身体部分慣性特性に及ぼす影響. *電気通信大学卒業論文*.

湯 海鵬, 熊本 水頼, 陸 愛雲, 阿江 通良 (1994). 中国人アスリートの身体部分係数の算出, 実用化及び日本人アスリートとの比較. *体育學研究* **31,** 53-66.

Vette AH, Yoshida T, Thrasher TA, Masani K & Popovic RP (2011).
A complete, non-lumped, and verifiable set of upper body segment parameters for three-dimensional dynamic modeling. Medical Engineering & Physics 33, 70–79.

Wang J, Gallagher D, Thornton JC, Yu W, Horlick M & Pi-Sunyer FX (2006). Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurement of body volumes, dimensions, and percentage body fat. *American Journal of Clinical Nutrition* **83,** 809-816.

Wells JCK, Douros I, Fuller NJ, Elia M & Dekker L (2000). Assessment of body volume using three dimensional photonic scanning. *Annals of the New York Academy of Sciences* **904**, 247-254.

Whitsett CE (1962). Some dynamic response characteristics of weightless man. *AMRL Technical Report 63-18*. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.

Yanzhao Ma, Kunwoo Lee, Linlin Li & Junghoon Kwon(2010). Nonlinear regression equations for segmental mass-inertial characteristics of Korean adults estimated using three-dimensional range scan data. *Applied Ergonomics* **xxx,** 1-12.

横井 孝志, 渋川 侃二, 阿江 通良, 石島 繁 (1985). 形態的要因が身体部分係数に及ぼす影響. *日本体育学会第36回大会号*, 419.

横井 孝志, 渋川 侃二, 阿江 通良 (1986). 日本人幼少年の身体部分係数. *体育學研究* **31,** 53-66.

横井 孝志 (1993). 剛体リンクモデルのための身体部分剛体特性定数. *バイオメカニズム学会誌* **17,** 241-249.

横井 孝志, 大山 圭悟, 岡田 英孝 (1995). 身体部分慣性係数が力学的動作解析におよぼす影響. *Japanese Journal of SPORTS SCIENCE* **14,** 545-553.

Zatsiorsky V & Seluyanov V (1983). The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. *Biomechanics VIII-B,* 1152–1159.

［C31］3 次元 CAD を用いた日本人アスリートの身体部分慣性係数の算出と応用

知能機械工学専攻　吉川・岡田研究室
1132049　　　辻村諒太

1.　緒言

身体運動を分析する際,身体のモデル化を行うが,このとき身体部分の質量，質量中心位置，慣性モーメントなどの身体部分慣性係数（Body Segment inertia Parameters.以下，BSP）が必要である．分析の対象となる被験者の BSP には，既存の研究で得られた BSP の代表値や推定式による推定値を用いることが多いが，より正確な値を得るには被験者の BSP を個別に計測することが望ましい．モーションキャプチャーシステムなどの計測機器の開発が進み，運動計測データの精度が高まってきていることから，動作分析の精度を上げるためには，誤差要因のそれぞれを改善していくことが求められる．様々な形態的特徴をもつ被験者に対して精度の高い BSP を算出し，実用的な BSP の提供とその適用の限界に関する研究を行うことが，今後のスポーツバイオメカニクス分野での重要な課題の１つである．

阿部ら（2010）は，3 次元人体形状計測装置および 3 次元 CAD ソフトなどの技術を応用して，被験者に負担をかけず,より精度の高い BSP を算出するための新たな手法を開発した．そこで本研究では，様々な競技種目別のアスリートを対象に，個々の BSP を阿部らの手法を用いて算出することで,一流アスリートの形態的特性を明らかにすること，さらに，身長，体重や周囲長などの測定が容易で信頼性の高い形態測定値から BSP を推定する推定式を提示することを目的とした.

2.　方法

2.1　被験者

日本人青年男女アスリート 245 名（男性 122 名・女性 123 名，18 種目）を被験者とした．表 1 はそれぞれの種目における各被験者の特性を示したものである．なお，これらの被験者はオリンピックや世界選手権の日本代表に選出された経験をもつ選手や,日本ランキングで上位の記録をもつ選手など，国内トップクラスの競技レベルのアスリートである．したがって，各々の競技特性が反映された形態的特徴を有していると考えた.

表 1　被験者の特性

種目	性別	n	年齢[yr]	身長[cm]	体重[kg]
ウェイトリフティング	M	6	25.1±1.7	172.1±6.2	97.3±27.4
	F	5	22.0±3.2	155.1±8.8	75.2±31.3
スピードスケート	M	8	26.5±4.4	169.4±4.8	67.8±4.2
	F	8	25.5±6.8	164.1±4.0	60.3±4.6
トライアスロン	M	8	25.9±5.5	173.0±4.2	62.8±3.7
	F	8	25.8±6.1	162.5±4.5	52.7±3.4
バレーボール	M	8	30.0±3.4	190.6±10.1	85.3±11.8
	F	8	30.0±5.4	174.0±12.2	66.6±12.5
フェンシング	M	8	25.1±2.1	174.3±3.7	68.0±3.4
	F	8	27.6±2.7	164.7±4.0	58.6±4.1
ボート	M	8	27.0±4.4	179.7±3.3	72.0±1.2
	F	6	25.1±3.1	168.5±4.9	60.2±2.0
レスリング（フリー）	M	3	26.7±2.2	166.6±3.0	66.2±4.8
	F	4	26.6±2.4	162.5±5.3	62.5±8.4
競泳	M	8	23.0±1.9	178.4±4.1	73.0±8.4
	F	8	24.1±2.7	167.8±7.3	59.6±5.3
自転車トラック	M	5	24.9±3.3	176.2±3.2	81.6±4.5
	F	6	21.6±2.4	166.0±4.3	64.8±3.1
柔道	M	8	26.5±2.7	173.6±9.1	95.0±25.0
	F	8	25.5±4.2	160.3±7.2	72.4±22.4
体操競技	M	8	24.2±3.0	166.8±3.5	57.6±4.2
	F	8	19.8±2.7	149.5±6.5	39.9±5.1
陸上競技_混成	M	8	21.6±2.7	181.4±6.4	76.1±7.5
	F	4	23.2±6.5	169.8±3.2	59.3±5.5
陸上競技_短距離	M	8	24.9±3.4	178.2±6.0	71.4±7.6
	F	7	23.7±2.9	164.2±4.0	51.8±4.3
陸上競技_中距離	M	3	27.1±5.0	175.6±1.6	58.8±6.8
	F	3	26.4±8.9	164.3±1.2	50.1±4.2
陸上競技_長距離	M	13	25.8±4.0	172.3±6.5	57.8±4.4
	F	9	27.3±2.8	160.3±5.2	46.5±3.6
陸上競技_跳躍	M	5	25.4±2.8	179.4±5.1	68.7±5.8
	F	9	24.8±3.7	169.6±4.1	56.5±5.3
陸上競技_投擲	M	7	27.1±3.2	181.3±3.8	102.5±9.1
	F	6	26.2±5.5	166.3±3.3	72.5±11.6
シンクロ	F	8	25.6±1.4	164.7±4.0	55.6±2.5
男計		122	25.7±3.8	176.0±7.9	73.9±16.8
女計		123	25.1±4.6	164.1±7.9	58.6±13.2
合計		245	25.4±18.1	170.0±9.9	66.2±16.9

2.2　身体モデルの作成

3 次元人体形状計測装置（3D スポーツ人体計測装置 C8300，浜松ホトニクス社製）を用いて，高さ 2.5mm 間隔で立位姿勢における身体表面上の点群の 3 次元位置座標を取得する．次に計測した点群データを 3 次元 CAD ソフト（SolidWorks, SolidWorks 社製）に読み込み，点群により構成される身体形状をソリッド化して，人体モデルを作成した（図 1)．このモデルに関する仮定は以下の通りである．

① 身体は，頭，胴体，左右上腕，左右前腕，左右手，左右大腿，左右下腿，左右足の 14 個，あるいは 15 個（胴体をさらに上胴と下胴に分けたとき）の剛体からなり，これらの剛体は関節を介して連結されている．

② 身体各部分内の密度は均一であり，質量中心位置は体積中心位置と一致する．

③ 身体部分の 3 つの慣性主軸は身体部分の両端点を結ぶ軸（上下軸：z 軸），身体部分 j の前額面内にあり，長軸に垂直な軸（左右軸：x 軸），上下軸と左右軸の両方に垂直な軸（前後軸：y 軸）と一致する．

これらの仮定に基づいて，阿江ら（1992）の体節区分と同様の定義に従い，身体部分モデルを作成し，各身体部分について質量，質量中心位置，部分長，3 軸まわりの主慣性モーメントを SolidWorks 上で解析した．

図 1　身体部分の区分

各被験者の身体部分密度は，我々のグループ（高取，2012；広石，2012）が報告した，MRI を用いて算出された日本人青年男女アスリート（男性 4 名・女性 3 名）の密度を基に決定した．各被験者について，男女別に，男性 4 名の平均密度，女性 3 名の平均密度から身体部分質量（頭，上胴，下胴，左右上腕，左右前腕，左右手，左右大腿，左右下腿，左右足）を算出した．その後，これらの身体部分質量から体重を推定し，最後に推定体重と実測体重の誤差を分配し，完全に実測体重と一致するように最適な身体部分密度を決定した．

3.　結果および考察

3.1　性差および種目間の差

性差および競技種目間の差を調べるため，基礎統計量として，身長，体重および各身体部分の部分長，質量比，質量中心比，回転半径比の平均値と標準偏差を性別，種目別に算出した．

また，性差および競技種目間の差を検定するため，性別（2 水準）と競技種目（シンクロを除く 17 水準）を 2 要因とする 2 元配置分散分析を用いた．

これらの結果の中でも特に性差および競技種目間の違いが特徴的であった結果をいくつか例示する．

質量比

図 2(a)，2(b)は右上腕と右大腿の質量比[%]を性別，種目別に左から降順に示したものである．

右上腕の質量比[%]では，体操競技（男子），競泳（男子），陸上競技_投擲（男子），ウェイトリフティング（男子）といった主に上肢を使う競技種目の男性被験者の質量比が大きな値を示した．また，右上腕の質量比の上位の多くは男性競技者が占めていた．

右大腿の質量比[%]では，陸上競技_混成（女子），スピードスケート（女子），自転車トラック（女子）といった主に下肢を使う競技種目で大きな値を示していた．また，男性でもスピードスケート（男子），自転車トラック（男子）が大きな値を示したことから，男女共に下肢の筋の発達の著しいスピードスケート選手，自転車トラック選手の特徴が表れているといえる．また，右大腿の質量比の上位の多くは女性競技者が占めていた．

右上腕の質量比の上位は男性競技者が多く，一方，右大腿の質量比の上位は女性競技者が多かったが，これは女性競技者が男性競技者よりも上肢の筋の発達の程度が小さく，質量がより下肢に寄っているためであると考えられる．

以上のことから，アスリートの身体部分質量比には性差および種目差があることが示唆される．

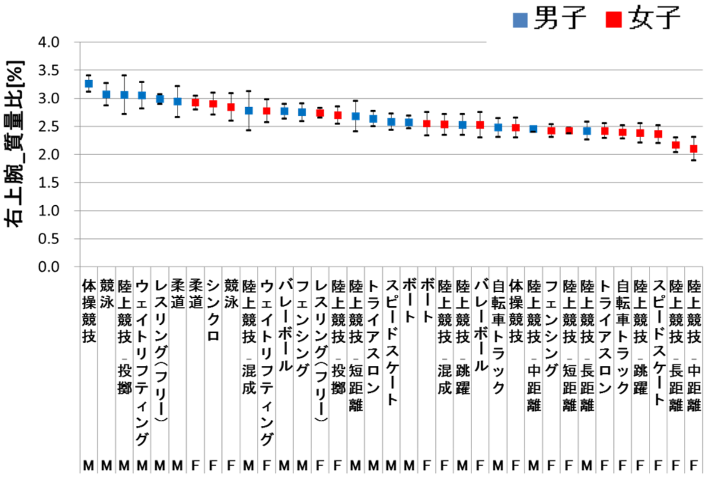


図 2(a)　右上腕の質量比[%]

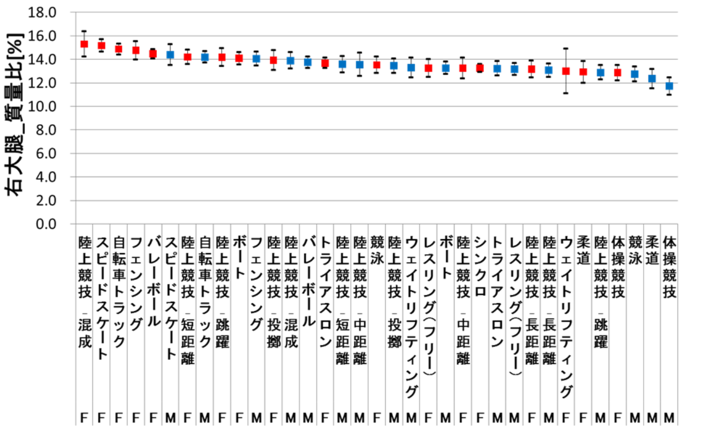


図 2(b)　右大腿の質量比[%]

回転半径比

表 2 は上下軸まわりの回転半径比についての分散分析の結果の概要である．分散分析の結果より，右大腿では，性別と種目の交互作用が有意ではなく、種目の主効果のみ有意であった．よって，性別に拘らず種目差がみられたことを示している．筋量の多いウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲や下肢の筋の発達の著しいスピードスケート，自転車トラックが他の競技よりも有意に大きかった．また陸上競技_長距離や体操競技は他の競技よりも有意に小さい傾向があり，下肢が細い形態を有する種目の特徴を表している．胴体，右上腕，右前腕，右下腿，上胴，下胴についても同様にウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲が他の競技種目よりも有意に大きかった．また，多くの身体部分において陸上競技_長距離は他の種目よりも有意に小さかった．

体重が大きく，筋量の多いウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲の上下軸まわりの回転半径比が他の競技種目よりも大きく，筋量が少なく，細い形態を有する陸上競技_長距離の上下軸まわりの回転半径比が小さいことから，筋の発達の違いにより種目間の差が生じていると考えられる．

表 2　分散分析の結果
上下軸まわりの回転半径比[%]

身体部分	主効果		交互作用
	性別	種目	
頭	**	*	
胴体	**	**	
右上腕	**	**	
右前腕	**	**	
右手	**	**	
右大腿		**	
右下腿	**	**	
右足	**	**	
上胴	**	**	
下胴	*	**	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

3.2　阿江の推定式（1996）との比較

本研究で得られた BSP とこれまで用いられてきた阿江の推定式（1996）から推定した BSP を比較した．図 3(a)は男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントを例に，両者を比較したものである．横軸に被験者の体重をとり，縦軸に主慣性モーメントをプロットした．

また，本研究から得られた BSP と阿江の推定式から推定した BSP の相対差[%]を以下の式を用いて算出した．

$$\text{本研究と阿江の推定式との相対差} = \frac{\text{阿江の推定式の BSP} - \text{本研究の BSP}}{\text{本研究の BSP}} \times 100$$

上式に質量，質量中心比，および 3 軸まわりの主慣性モーメントをそれぞれ代入し，本研究の手法で求めた BSP を基準としたときの，相対差を求めた．図 3(b)は男性の上下軸回りの主慣性モーメントを示したものである．横軸に被験者の体重をとり，縦軸に上下軸まわりの主慣性モーメントをプロットした．

図 3(a)，図 3(b)より，阿江の推定式は，男性の右大腿においては体操競技を除く，ほぼすべての種目の被験者について過小評価の傾向がみられることがわかる．下肢の筋の発達の著しいスピードスケート，自転車トラックや，体重が 100 kg を超えるウェイトリフティング，柔道，陸上競技_投擲では体重が大きい被験者ほど過小評価される傾向があり，程度が大きいものでは 30～40%の過小評価がみられた．

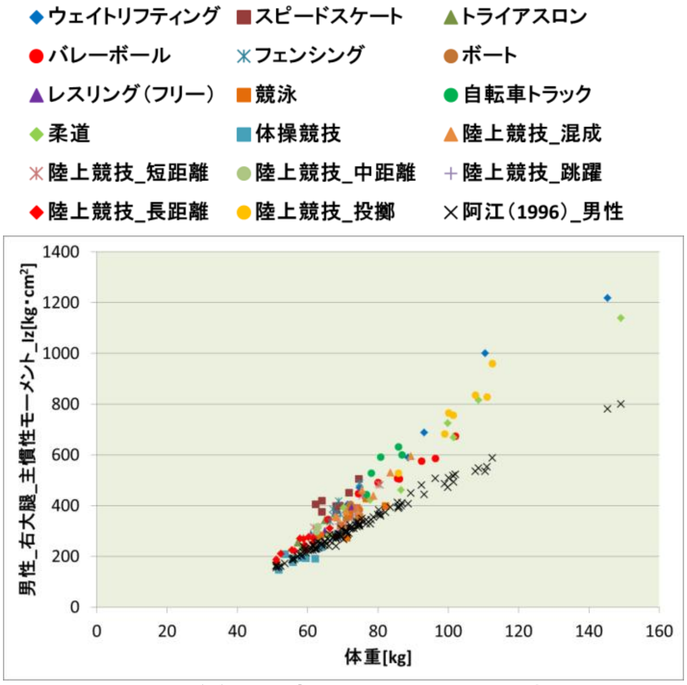


図 3(a)　男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

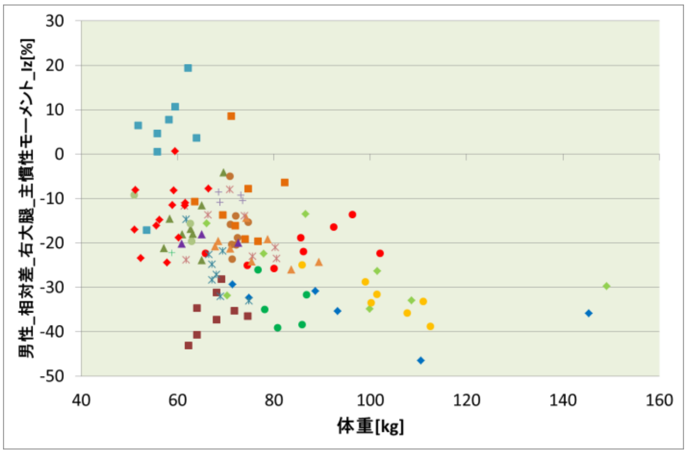


図 3(b)　男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

阿江の推定式において，体重の大きい被験者の BSP が過小評価されてしまうのは，推定式の独立変数である体重の適用範囲（男性 51.2～96.4kg）を逸脱しているためと考えられる．一方，右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントのように，スピードスケートや自転車トラックでは体重が適用範囲内であっても過小評価の傾向がみられ，相対差の分布に種目ごとの傾向が表れている．以上のことから，阿江の推定式を用いた BSP の推定は一部のトップアスリートでは無視できない過

大評価や過小評価を生んでしまうことが明らかとなった．

解決策として，形態の似通った競技種目でカテゴライズし，新たな推定式を作成すること，また，阿江の推定式では体重と部分長のみが独立変数として選択されているが，太さの情報である周囲長や，形態測定値以外の情報である体脂肪率を新たな独立変数とし，より多くの独立変数を用いることなどが考えられる．

3.3　日本人アスリートのBSPの推定式

上記の問題を踏まえたうえで，本研究では重回帰分析を用いて身体部分の質量，質量中心比，3軸まわりの主慣性モーメントの推定式の作成を試みた．推定式の実用性を考慮すると，説明変数は測定が容易で，その測定値の信頼性および再現性が高いものであることが望ましい．本研究では，身長[cm]，体重[kg]，体脂肪率[%]，部分長[cm]，部分の周囲長[cm]を説明変数，各 BSP を目的変数として，男女別にステップワイズ法（増減法）による重回帰分析を行った．また，回帰式（以下，推定式）による BSP の推定精度検証のため，男女別に各種目から1名ずつ（男性17名，女性18名）無作為に選んで重回帰分析から除外し，推定式作成の後に交差妥当性の検証を行うための標本とした．

表3は得られた部分質量の推定式の係数を示したものである．また，表中には重相関係数および推定値の標準誤差と%標準誤差を示した．ここでの重相関係数は，交差妥当性の検証のための被験者に推定式を適用した場合の BSP の推定値と，交差妥当性検証用の被験者の測定値の相関を示すものである．

男性では上腕，前腕，大腿，足，女性では上腕，前腕の質量中心比の重回帰分析において有意な重相関係数が得られなかった．したがって，これらについては，質量中心比の平均値を用いた．

重相関係数は，部分質量では0.784～0.992，主慣性モーメントでは0.728～0.987とすべて0.1%水準で有意であったことから，これらの推定式により日本人青年男女アスリートの BSP の推定が可能であることが示唆される．また，これらの値は阿江の推定式（1996）で報告されている重相関係数と同等以上の数値であり，この推定式を用いることにより，日本人アスリートの BSP を従来の方法と同等以上の精度で推定することが可能であると示唆される．一方，質量中心比については，一部の身体部分で有意な重相関係数が得られなかったため平均値を採用しているが，標準誤差と%標準誤差が小さいことから，個人差が小さいことが分かる．よって，質量中心比も阿江の推定式と同様に，定数で推定することが可能であると考えられる．

4.　結言

3次元 CAD を用いて日本人アスリート245名（男性122名，女性123名）の BSP を算出することができた．また，2元配置分散分析と多重比較（シェッフェの法）を用いた統計処理により，アスリートの BSP の性差および種目差に言及することができた．

また，ステップワイズ重回帰分析法を用いて，身長，体重，体脂肪率，部分長，部分の周囲長を説明変数とする日本人青年アスリートの BSP の推定式を男女別に作成し，交差妥当性検証による推定式の精度検証を行った．その結果，本研究の推定式を用いることにより，日本人アスリートの BSP を従来の方法と同等以上の精度で推定することが可能であることが示唆された．

参考文献

[1] 阿部敏之，横澤俊治，窪康之，高松潤二，榎本靖士，辻村諒太，岡田英孝（2010）．形態の違いがアスリートの身体部分慣性係数に及ぼす影響，第31回バイオメカニズム学術講演会．

[2] 阿江通良，湯海鵬，横井孝志（1992）．日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定．バイオメカニズム 11, 23-33.

[3] Dempster WT (1955).Space requirements of the seated operator, WADC Technical Report, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.

表3　部分質量の推定係数

部分質量[kg]		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	R	標準誤差[kg]	%標準誤差[%]
男性	頭	1.521	—	0.034	−0.032	0.131	—	—	—	0.852	0.26	4.36
	胴体	−71.133	—	—	—	0.399	0.389	0.305	0.213	0.979	1.55	5.07
	上腕	−3.378	—	0.007	—	0.077	0.098	—	—	0.989	0.08	3.77
	前腕	−1.454	−0.003	0.004	—	0.040	0.070	—	—	0.989	0.03	3.35
	手	0.097	−0.001	0.006	−0.007	0.025	—	—	—	0.784	0.05	10.78
	大腿	−13.261	−0.016	0.041	—	0.224	0.245	—	—	0.992	0.26	2.52
	下腿	−4.757	—	0.015	—	0.056	0.126	—	—	0.991	0.09	2.58
	足	−0.843	—	0.005	—	0.055	—	—	—	0.935	0.05	5.18
	上胴	−45.839	0.041	—	0.121	0.427	0.436	—	—	0.965	1.22	6.83
	下胴	2.153	−0.087	0.213	0.069	0.489	—	—	—	0.973	0.80	6.85
女性	頭	1.224	—	0.027	−0.013	0.166	—	—	—	0.877	0.22	4.51
	胴体	−42.904	−0.068	—	—	0.576	0.170	0.475	—	0.981	1.64	6.54
	上腕	−2.550	—	—	—	0.055	0.105	—	—	0.986	0.08	5.78
	前腕	−0.698	−0.004	0.007	−0.003	0.030	0.051	—	—	0.991	0.03	3.52
	手	0.099	−0.001	0.005	−0.003	0.018	—	—	—	0.935	0.02	7.83
	大腿	−11.452	—	0.036	—	0.174	0.207	—	—	0.983	0.32	3.59
	下腿	−3.592	−0.012	0.016	—	0.079	0.125	—	—	0.972	0.15	4.49
	足	−0.526	—	0.007	−0.004	0.039	—	—	—	0.853	0.06	7.95
	上胴	−6.848	−0.050	0.192	—	0.298	0.099	—	—	0.981	0.77	5.14
	下胴	−18.275	−0.050	—	—	0.546	—	0.228	0.108	0.987	0.80	6.39

*部分質量[kg]は（部分質量[kg]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×周囲長[cm]）で推定される．
ただし胴体，上胴，下胴は（部分質量[kg]＝a_0+a_1×身長[cm]+a_2×体重[kg]+a_3×体脂肪率[%]+a_4×部分長[cm]+a_5×胸囲[cm]+a_6×臍位腹囲[cm]+a_7×殿囲[cm]）で推定される．

学会発表

辻村諒太, 横澤俊治, 吉川和利, 岡田英孝. 核磁気共鳴映像法を用いた身体部分密度推定の試み, 第32回バイオメカニズム学術講演会, 大阪市, 大阪科学技術センター, 2011年11月27日

辻村諒太, 小齊智泰, 横澤俊治, 吉川和利, 岡田英孝. 3次元CADを用いたアスリートの身体部分慣性係数の算出. 第33回バイオメカニズム学術講演会, 仙台市, 東北大学, 2012年12月15日

核磁気共鳴映像法を用いた身体部分密度推定の試み

〇辻村諒太 [1]，横澤俊治 [2]，吉川和利 [1]，岡田英孝 [1]
[1] 電気通信大学情報理工学研究科知能機械工学専攻，[2] 国立スポーツ科学センター（JISS）
Ryota Tsujimura[1], Toshiharu Yokozawa[2], Kazutoshi Kikkawa[1], Hidetaka Okada[1]
[1]Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems,
The University of Electro-Communications, Tokyo, Japan
[2]Department of Sports Sciences, Japan Institute of Sports Sciences, Tokyo, Japan

1.　緒言

身体運動を分析する際，身体のモデル化を行うが，この時，身体部分の質量，質量中心位置，慣性モーメントなどの身体部分慣性係数（Body Segment inertia Parameters. 以下 BSP）が必要となる. 身体を数学モデルにおく場合，BSP を算出するためには密度の情報が不可欠であり，より正確な数学モデルを得るためには各身体部分の正確な密度が必要となる．モーションキャプチャシステムなどの計測機器の開発が進み，運動計測データの精度が高まってきていることから，動作解析の精度を上げるためには，誤差要因のそれぞれを改善していくことが求められる.

これまで，数学モデルを用いた BSP 算出の際には屍体標本から得た密度が用いられてきたが，標本の人種，性別，年齢に偏りがあるため，日本人青年男女やアスリートには適さない可能性がある.

近年，コンピュータ断層撮影法（CT）や核磁気共鳴映像法（MRI）が身体部分の質量分布を推定するのに用いられるようになってきた．この方法では異なる組織の識別が可能であるため，生体の密度推定への適用が考えられる.

そこで本研究では，MRI を用いて，身体の連続横断面画像から男女アスリートの身体部分密度を推定し，性別による身体部分密度の違いを調べること，本研究から得られた密度を屍体標本から得られた密度と比較することを目的とした.

2.　方法

2.1　被験者

被験者は 2 名のアスリート（男性 1 名：身長 178.9cm 体重 68.6kg 年齢 23.6 歳. 女性 1 名：身長 160.0cm 体重 45.1kg 年齢 22.1 歳）とした. 被験者には事前に研究の目的, 方法, 意義などを説明し，実験参加への同意を得た後に実験を行った.

2.2　計測方法

被験者の身体横断面画像を取得するたに，MRI 診断装置 (MAGNETOM Verio, Siemens, Germany) を用いた．被験者の臍点にマーカーを取り付け，仰向けで両腕をまっすぐ頭上に上げた状態で全身の身体横断面の MRI 画像を高さ 1cm 間隔で取得した．計測にかかった時間は 1 人につき約 20 分であった.

また，被験者の形態を 3 次元人体形状計測装置（3D スポーツ人体計測装置 C8300，浜松ホトニクス社製）を用いて計測し，さらに被験者の全身の体積を体脂肪測定システム（BODPOD MAB-1000，Life Measurement 社製）を用いて計測した.

2.3　身体部分体積の算出

臍点を基準に 4cm 間隔の各 MRI 画像から身体組織を筋，脂肪，皮質骨，海綿骨，皮膚，内臓，肺，脳，血管，神経，空洞の 11 種類の組織に識別した（**図１**）．識別作業は目視で行い，組織間の境界線をペイントツール（SAI, SYSTEMAX 社製）を用いてトレースし，そ

れぞれの組織を 11 色で色分けした．その後，識別された各身体組織の面積を数値解析ソフトウェア（MATLAB，MathWorks 社製）を用いて算出した．

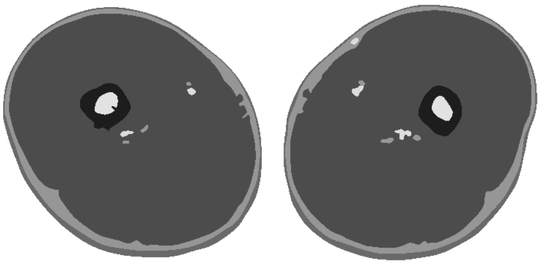


図 1　組織識別後の MRI 画像（大腿）

3 次元人体形状計測装置を用いて取得した身体標点座標と MRI 画像から，左右足，左右下腿，左右大腿，左右手，左右前腕，左右上腕，頭，胴体に切り分けた．胴体はさらに上胴と下胴に分けた．

各身体組織の i 番目の横断面における面積（A_i）と i+1 番目の面積（A_{i+1}）から，各横断面間の身体組織別の体積（V_i）を円錐台に近似して算出した．各横断面の間隔を h とすると，体積は以下の式で求まる．

$$V_i = \left(A_i + A_{i+1} + \sqrt{A_i \times A_{i+1}}\right) \times \frac{h}{3} \qquad (1)$$

2.4 体積の補正

体脂肪測定システムで計測した体積を全身の体積の真値として扱い，算出された被験者の各身体部分の体積の合計を体脂肪測定システムで計測された体積と比較し，各身体部分の体積の合計が体脂肪測定システムで計測された全身の体積と一致するようにした．

2.5　身体部分密度の算出方法

身体組織密度は Clauser ら [4]（1969），Huang ら [8]（1976），Woodard と White[19]（1986），Erdmann ら [7]（1990），Shi ら [16]（1990）などが報告している．筋，脂肪，皮質骨，海綿骨，皮膚，内臓，肺，脳，血管，神経の密度のそれぞれについて，過去報告されているものから，最大値，中央値，最小値を選んだ．また空洞の密度として空気の密度を採用した．

MRI 画像から得られた身体組織別の体積に選んだ密度を乗じて体重を算出した．組織の密度の組み合わせは 3^{10}＝59049 通りとなる．ここで 3 は各組織の密度の数（文献値からの最大値，中央値，最小値），10 は空洞を除いた組織の数である．59049 通りの密度の組み合わせの中から，得られた体重が実測体重に最も近くなる密度の組み合わせを採用した．

その後，採用した身体組織密度（ρ_i）を用いて，各身体部分の組織別の体積（V_i）と身体部分の体積（V）から各身体部分密度（ρ）を以下の式より算出した．

$$\rho = \frac{\sum V_i \times \rho_i}{V} \qquad (2)$$

3．結果および考察

3.1　身体部分密度

図 2 は得られた身体部分密度を示したものである．下腿，大腿，手，前腕，上腕，頭，下胴は男性の密度が女性よりも大きく，足，胴体，上胴は男性の密度が女性よりも小さかった．特に大腿の密度の差が大きく，右大腿の密度は男性の方が女性よりも 3.62％大きく，また左大腿の密度も男性の方が女性よりも 3.61％大きかった．

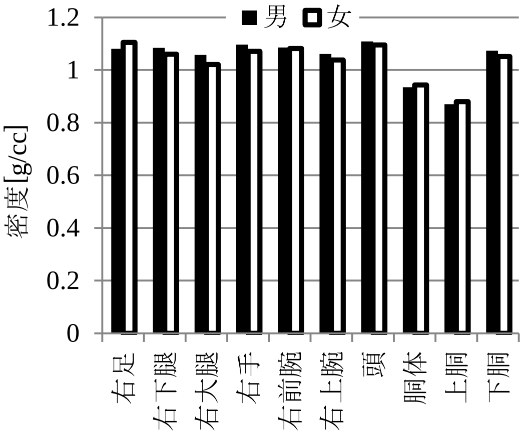


図 2　身体部分密度

3.2　各身体部分における身体組織分布

図 3 および**図 4** は右大腿と胴体について，各横断面の総面積に対する筋と脂肪の割合を示したものである．ここで右大腿では近位端を 0%，遠位端を 100%，胴体では上端を 0%，下端を 100%とした．

図 3 より，右大腿については，男性の筋の割合が女性よりも高く，女性の脂肪の割合が男性よりも高いことが確認できた．これは男性の方が大腿の筋が発達していることを示しており，大腿部の密度が男性の方が女性よりも高いことの主な原因であると考えられる．

図 4 より，胴体の胸部，腹部，臀部付近において，男性の筋の割合が女性よりも高く，臀部付近では女性の脂肪の割合が男性よりも高いことが確認できた．これは男性の胸部および臀部の筋が発達していることを示しており，下胴の密度が男性の方が女性よりも高いことの主な原因であると考えられる．

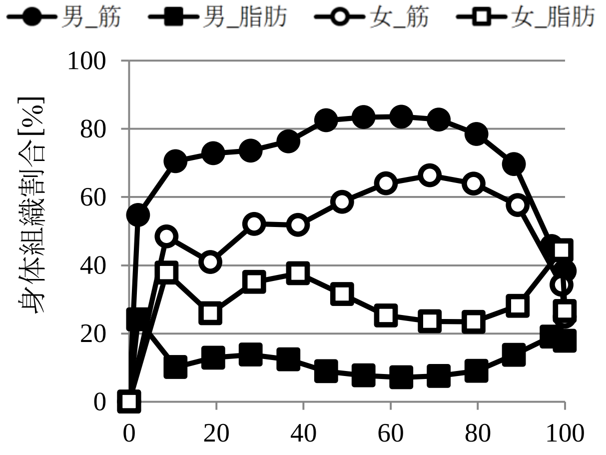


図 3　身体組織分布（右大腿）

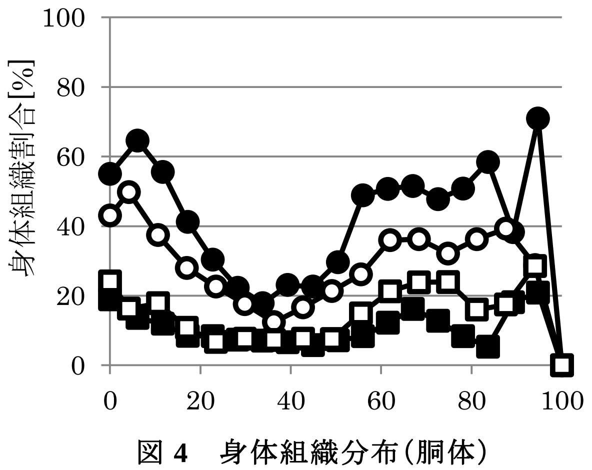


図 4　身体組織分布（胴体）

3.3　屍体標本との比較

図 5 は過去報告されている屍体標本の身体部分密度の平均値および標準偏差と本研究で得られた身体部分密度を示したものである．Dempster[6)]が報告した中高年白人（52～83 歳）の 7 体の屍体標本および Chandler ら[3)]が報告した中高年白人（45～65 歳）の 6 体の屍体標本の密度をもとに，計 26 組の身体部分密度の組を得た．本研究の男性と女性の下胴の密度は屍体標本の標準偏差を超える値を示しており，これはアスリートの臀部の筋の発達により，一般人男性に比べて筋量が多いため，密度が高くなったものと考えられる．

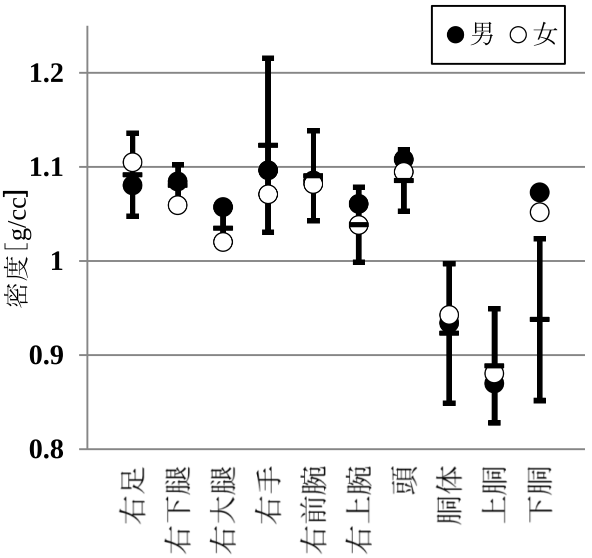


図 5　屍体標本との比較

4.　結言

本研究では，MRI を用いて得られた全身の身体横断面図から身体組織を識別することで，男女アスリートの身体部分密度を算出した．得られた身体部分密度から，男女アスリート間の筋の発達による身体部分密度の違いが明らかになった．また，屍体標本との比較によりアスリートの身体部分密度として屍体標本の密度を適用できることが考えられる．ただし，胴体を上胴，下胴に分ける場合は下胴の密度に関しては注意が必要である．

今後，分析する被験者数を増やしていくことで，性別や年齢，人種などの違いが身体部

分密度に及ぼす影響をより明確にできると考えられる.

謝辞

本研究を行うにあたり，国立スポーツ科学センター（JISS）スポーツ科学研究部をはじめとする JISS 職員の方々, 被験者となって頂いた選手の方々により支援，ご協力頂きましたことを明記し，ここに謝意を示します.

参考文献

1) 阿江通良, "Kinematics と Kinetics をつなぐ身体部分 BSP－その測定法と係数の比較－,"バイオメカニクス研究, vol.1,pp. 51-62,1997.
2) Bauer JJ,Pavol MJ,Snow CM,Hayes WC, "MRI-derived body segment parameters of children differ from age-based estimates derived using photogrammetry," J,Biomech,vol.40,pp.2904-2910,2007.
3) Chandler RF, Clauser CE, McConville JT, Reynolds HM, Young JW, "Investigation of inertia properties of the human body," Wright-Patterson Air Force Base,Ohio, 1975.
4) Charles E, Clauser, et al "Weight,volume and center of mass of segments of the human body ,"Technical Report(AMRL TR-69-90),Wright-Patterson Air Force Base,Ohio,1969.
5) Chen CK,Chen HH,Chen CS,Lee CL,Chen CY, "Segment inertial properties of Chinese Adults determined from magnetic resonance imaging," Clinical Biomech, vol.15, pp.559-566,2000.
6) Dempster WT, "Space requirements of the seated operator," Wright-Patterson Air Force Base,Ohio,1955.
7) Erdmann WS,Gos T," Density of trunk tissues of young and medium age people, " J.Biomech,vol.23,pp.945-947,1990.
8) Huang HK, Wu SC, "The evaluationof mass densities of the human body in vivo from CTscans,"J.Biomech.vol.6,pp.337-343, 1976.
9) 倉林準,持丸正明,河内まき子,"股関節中心推定方法の比較・検討," バイオメカニズム学会誌,vol.27,pp.29-36,2003.
10) Marras WS,Jorgemsen MJ,Granata KP,Wiand B,"Female and male trunk geometry: size and prediction of the spine loading trunk muscles derived from MRI," Clinical Biomech,vol.16,pp.38-46,2001.
11) 松尾彰文,福永哲夫,内野滋雄, "体肢連続横断切片の組織別断面積および密度による部分重量推定法の検討,"東京大学教養学部体育学紀要,vol.24,pp.55-56,1990.
12) 岡田英孝，阿江通良，藤井範久，森丘保典, "日本人高齢者の身体部分慣性特性," バイオメカニズム 13,pp.125-139,1996.
13) Peasall DJ,Reid JG,Ross R,"Inertial properties of the human trunk of males determined from magnetic resonance imaging,"Annals Biomed.Eng,vol22, pp.692-706,1994.
14) Peasall DJ, Reid JG,Ross R, "Segmental inertial parameters of the human trunk as determined from computed tomography," Annals Biomed. Eng,vol24,pp.198 - 210,1996
15) Reid JG, Jensen RK, "Human body segment inertia parameters: a survey and status report," Exerc Sport Sci Rev,vol.18,pp. 225-41,1990.
16) Shi X,Zheng Z,Shangy H,Du G, "Determination of the density of human tissues: one of the discussions on the parameters of inertia of the Chinese human body,"J.Norman BethuneUniv.Med.Sci, vol.16,pp.543-546,1990.
17) Wei C, Jensen RK, "The apprication of segment axial density profiles to a human body inertia model,"J.Biomech,vol.28,pp.103-108,1995.
18) Wicke J, Dumas GA, Costigan PA, "Trunk densiyu profile estimates from dual X-ray absorptiometry" ,J.Biomech,vol.41,pp.861-867,2008.
19) Woodard,H.Q.,White,D.R."The compositionofbodytissues,"Brit.J.Rad.vol.59,pp.1209-1219,1986.
20) 横井孝志, "剛体リンクモデルのための身体部分剛体特性定数," バイオメカニズム学会誌,vol.17,pp.241-249,1993.

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
電気通信大学情報理工学部知能機械工学専攻
吉川・岡田研究室　辻村諒太
Tel：042-443-5587
E-mail：hidetaka@e-one.uec.ac.jp

3 次元 CAD を用いたアスリートの身体部分慣性係数の算出

○辻村諒太 [1]，小齊智泰 [1]，横澤俊治 [2]，吉川和利 [1]，岡田英孝 [1]

[1] 電気通信大学情報理工学研究科知能機械工学専攻, [2] 国立スポーツ科学センター（JISS）

Ryota Tsujimura[1],Tomoyasu Kosai[1],Toshiharu Yokozawa[2], Kazutoshi Kikkawa[1], Hidetaka Okada[1]
[1]Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems,
The University of Electro-Communications, Tokyo, Japan
[2]Department of Sports Sciences, Japan Institute of Sports Sciences, Tokyo, Japan

1. 諸言

身体運動を分析する際，身体のモデル化を行うが，このとき身体部分の質量，質量中心位置，慣性モーメントなどの身体部分慣性係数（Body Segment inertia Parameters.以下，BSP）が必要である．分析の対象となる被験者の BSP には，既存の研究で得られた BSP の代表値や推定式による推定値を用いることが多いが，より正確な値を得るには被験者の BSP を個別に計測することが望ましい．モーションキャプチャーシステムなどの計測機器の開発が進み，運動計測データの精度が高まってきていることから，動作分析の精度を上げるためには，誤差要因のそれぞれを改善していくことが求められる．様々な形態的特徴をもつ被験者に対して精度の高い BSP を算出し，体系的な BSP の提供とその適用の限界に関する研究を行うことが，今後のスポーツバイオメカニクス分野での重要な課題の 1 つである．

阿部ら [1] は，3 次元人体形状計測装置および 3 次元 CAD ソフトなどの技術を応用して，従来よりも被験者に負担をかけず，より精度の高い BSP を算出するための新たな手法を開発した．そこで本研究では，様々な競技種目のアスリートを対象に，個々の BSP を阿部らの手法を用いて算出し，一流アスリートの形態的特性を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

2.1 被験者

被験者は 26 名のアスリート（男性 13 名：身長 175.4±10.7cm 体重 76.2±16.8kg 年齢 25.0±3.3 歳，女性 13 名 : 身長 162.6±11.3cm 体重 54.7±9.3kg 年齢 23.1±3.5 歳）とした．これらの被験者は，オリンピックや世界選手権の日本代表に選出された経験をもつ選手や，日本ランキングで上位の記録をもつ選手など，国内トップクラスのアスリートである．したがって，競技特性が反映された形態的特徴を有しているといえる．

2.2 身体モデルの作成

3 次元人体形状計測装置（3D スポーツ人体計測装置 C8300，浜松ホトニクス社製）を用いて，高さ 2.5mm 間隔で立位姿勢における身体表面上の点群の 3 次元位置座標を取得する．次に計測した点群データを 3 次元 CAD ソフト（SolidWorks, SolidWorks 社製）に読み込み，点群により構成される身体形状をソリッド化して，人体モデルを作成した（図 1）．

このモデルに関する仮定は以下の通りである．

① 身体は，頭，胴体，左右上腕，左右前腕，左右手, 左右大腿, 左右下腿, 左右足の 14 個, あるいは 15 個（胴体をさらに上胴と下胴に分けたとき）の剛体からなり，これらの剛体は関節を介して連結されている．

② 身体各部分内の密度は均一であり，質量中心位置は体積中心位置と一致する．

③ 身体部分の 3 つの慣性主軸は身体部分の両端点を結ぶ軸（上下軸：z 軸），身体部分 j の前額面内にあり，長軸に垂直な軸（左右軸：x 軸），上下軸と左右軸の両方に垂直な軸（前後軸：y 軸）と一致する．

これらの仮定に基づいて，阿江ら[2]の体節区分と同様の定義に従い，身体部分モデルを作成し，各身体部分について質量，質量中心位置，部分長，3 軸まわりの主慣性モーメントを SolidWorks 上で解析した．

図 1　本研究のモデルと身体部分

ここで，身体部分密度は Dempster[7] および Chandler ら[5]が報告した 26 組の屍体標本の密度を基に決定した．26 組の身体部分密度から各被験者の身体部分質量を算出し，これらの身体部分質量から体重を推定した．この中から，推定体重と実測体重の差を最小とするような身体部分密度の組を選出し，これに実測体重の推定体重に対する比を乗じて，推定体重と実測体重が完全に一致するような最適な身体部分密度を決定した．

3. 結果および考察

3.1 質量比

図 2(a)および図 2(b)は右上腕と右大腿について算出された質量比[%]を種目別に左から降順に示したものである．

右上腕の質量比[%]では 15 人制ラグビー，陸上競技_投擲（男子），体操競技（男子），競泳（男子）といった主に上肢を使う競技種目の被験者の質量比が大きな値を示している．また右上腕の質量比の上位の多くは男性競技者が占めている．

また右大腿の質量比[%]ではスピードスケートが男女共に大きな値を示しており，下肢の筋の発達が著しいスピードスケートの特徴を表している．また右大腿の質量比の上位の多くは女性競技者が占めている．

以上のことから，特定の身体部分において上肢や下肢の筋の発達が著しい競技種目の特徴が質量比に表れており，アスリートの身体部分質量比には種目差があることが示唆される．

3.2 主慣性モーメント

図 3(a)および図 3(b)は右上腕と右大腿について，縦軸に算出された各被験者の主慣性モーメント I [kg・cm^2]，横軸に体重[kg]を示したものである．

右上腕の上下軸（z 軸）まわりの慣性モーメント Iz[kg・cm^2]では 15 人制ラグビー◆，陸上競技_投擲（男子）■が突出して大きな値を示しており，同程度の体重の被験者と比較して明らかに大きな値を示した．これは，15 人制ラグビー◆，陸上_投擲（男子）■の競技者が他の競技者よりも右上腕が太い事を示している．

また右大腿の左右軸（x 軸）まわりの慣性モーメント Ix[kg・cm^2]ではバレーボール（女子）△，スピードスケート（男子）⊠が同程度の体重の被験者の中でも大きな値を示しており，低い値の選手よりも約 40%大きかった．また，バレーボール（女子）△の数値は体重が 20%大きい陸上_短距離（男子）▲と同程度の値であった．これはバレ

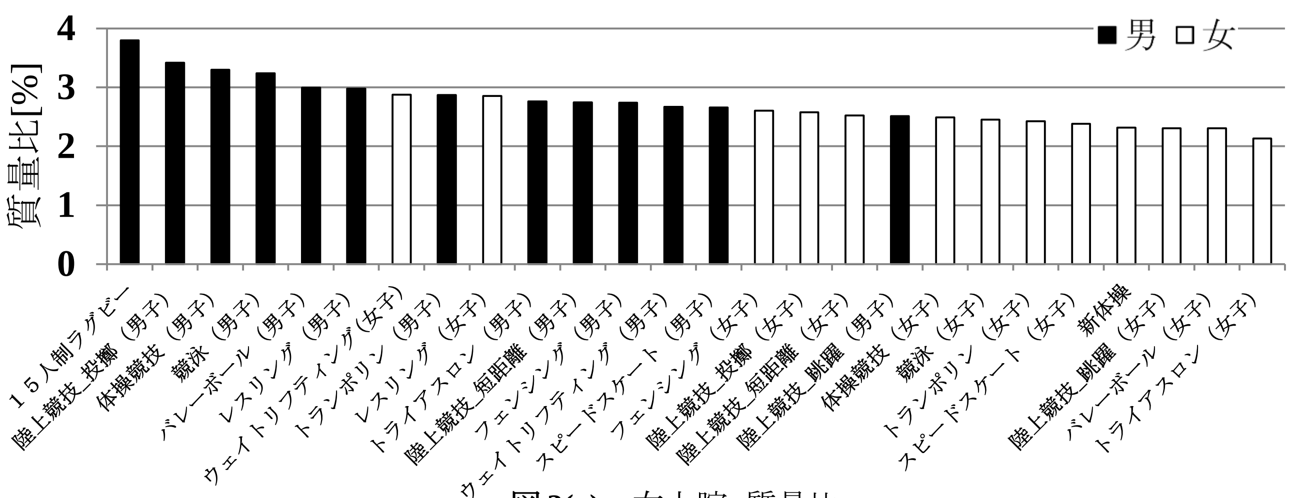


図 **2(a)**　右上腕_質量比

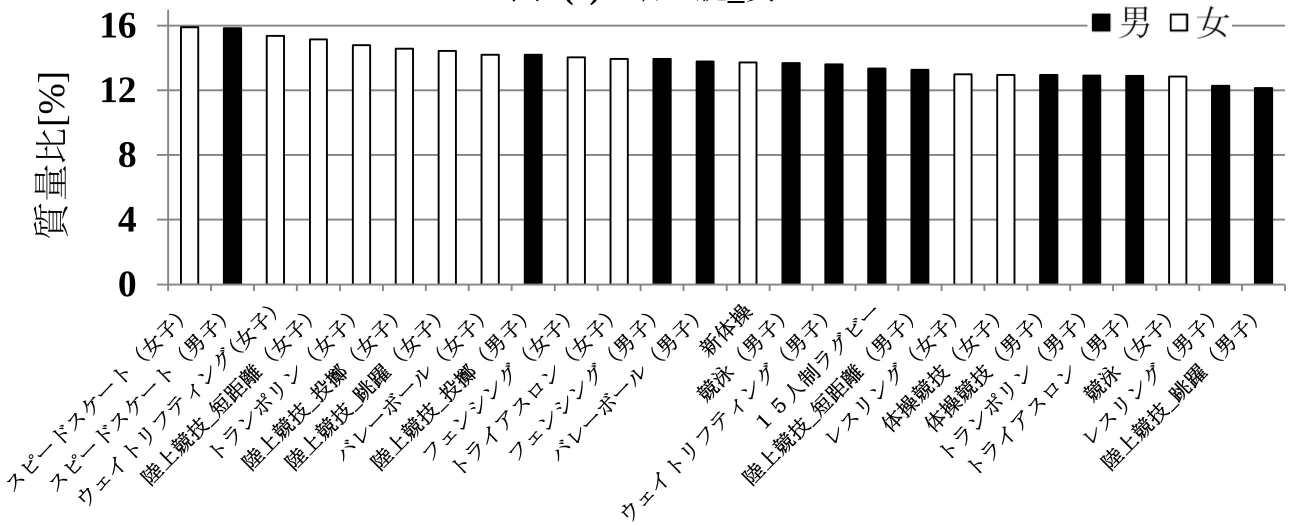


図 **2(b)**　右大腿_質量比

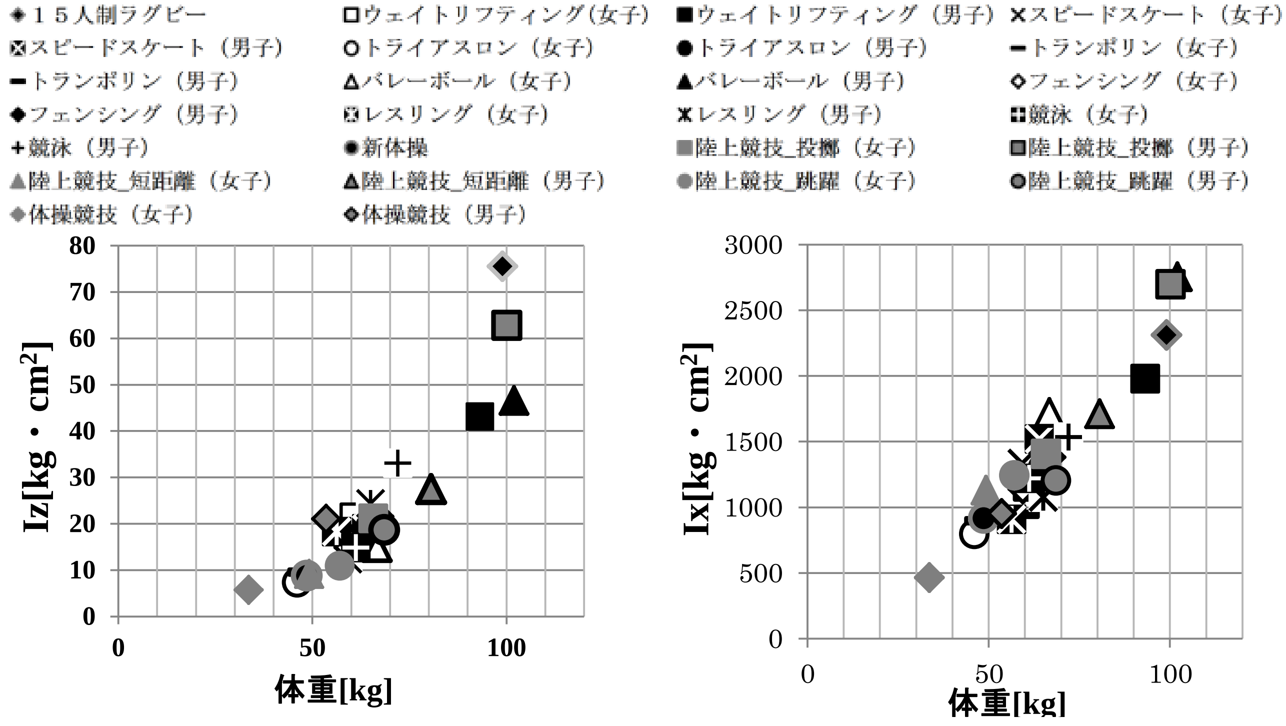


図 **3(a)**　右上腕_上下軸回りの慣性モーメント　　図 **3(b)**　右大腿_左右軸回りの慣性モーメント

ーボール（女子）△の右大腿の部分長が他の競技者よりも大きいことを示している．

以上のことから，同程度の体重の被験者でも種目によって特定の身体部分の慣性モーメントが40～60％異なっており，アスリートの身体部分の主慣性モーメントには種目差があることが示唆される．

4. 結言

本研究では，阿部ら[1)]の手法により3次元CADと3次元人体形状計測装置を用いて，身体形状をより忠実に再現したモデルを作成し，このモデルからBSPを算出することができた．

また，本研究の結果により，日本人青年男女の様々な競技種目のアスリートのBSPには種目差があることが示唆され，競技特性による形態の差がBSPの違いを生んでいることが明らかとなった．以上のことを考えると，今後アスリートの競技特性を考慮したBSPと作成した身体モデル，被験者の人体測定学的パラメータを基に一流アスリートのBSPデータベースを構築することは，非常に有用であるといえる．

謝辞

本研究を行うにあたり，国立スポーツ科学センター（JISS）スポーツ科学研究部をはじめとするJISS職員の方々，被験者となって頂いた選手の方々により支援, ご協力頂きましたことを明記し，ここに謝意を示します．

参考文献

21) 阿部敏之，横澤俊治，高松潤二，岡田英孝 ：光学式3 次元人体形状計測装置および3 次元CAD ソフトを用いた身体部分慣性係数の算出, 第30回バイオメカニズム学術講演会（SOBIM 2009）予稿集, 181-184, (2009).

22) 阿江通良，湯海鵬，横井孝志 ：日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定，バイオメカニズム, 11, 23-33, (1992).

23) 阿江通良 ：Kinematics と Kinetics をつなぐ身体部分 BSP－その測定法と係数の比較－，バイオメカニクス研究, 1, 51-62, (1997).

24) Bauer JJ, Pavol MJ, Snow CM, Hayes WC : MRI-derived body segment parameters of children differ from age-based estimates derived using photogrammetry, J.Biomechanics, 40, 2904-2910, (2007).

25) Chandler RF, Clauser CE, McConville JT, Reynolds HM, Young JW : Investigation of inertia properties of the human body, AMRL Technical Report, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 74-137, (1975).

26) Clauser CE, McConville JT, Young JW : Weight, volume and center of mass of segments of the human body, AMRL Technical Report , Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 69-90, (1969).

27) Dempster WT : Space requirements of the seated operator, WADC Technical Report, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, (1955).

28) 倉林準，持丸正明，河内まき子 ：股関節中心推定方法の比較・検討，バイオメカニズム学会誌, 27, 29-36, (2003).

29) 岡田英孝，阿江通良，藤井範久，森丘保典 ：日本人高齢者の身体部分慣性特性，バイオメカニズム学会誌, 13, 125-139, (1996).

30) 横井孝志 ：剛体リンクモデルのための身体部分剛体特性定数，バイオメカニズム学会誌, 17,241-249, (1993).

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
電気通信大学情報理工学部知能機械工学専攻
吉川・岡田研究室　辻村諒太
Tel：042-443-5587
E-mail：hidetaka@e-one.uec.ac.jp

付録 A　基礎統計量

■男子 ■女子

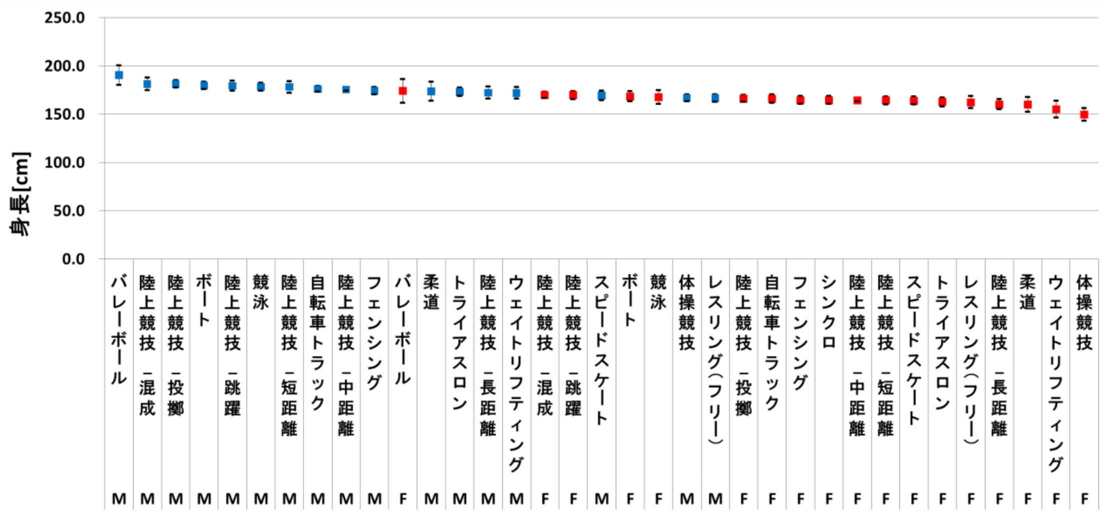


図１　身長[cm]

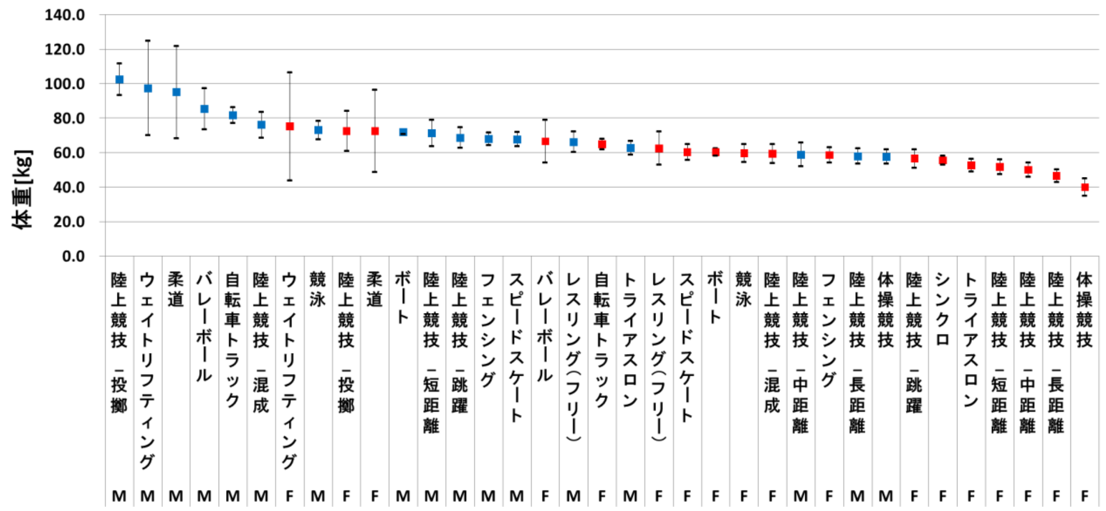


図２　体重[kg]

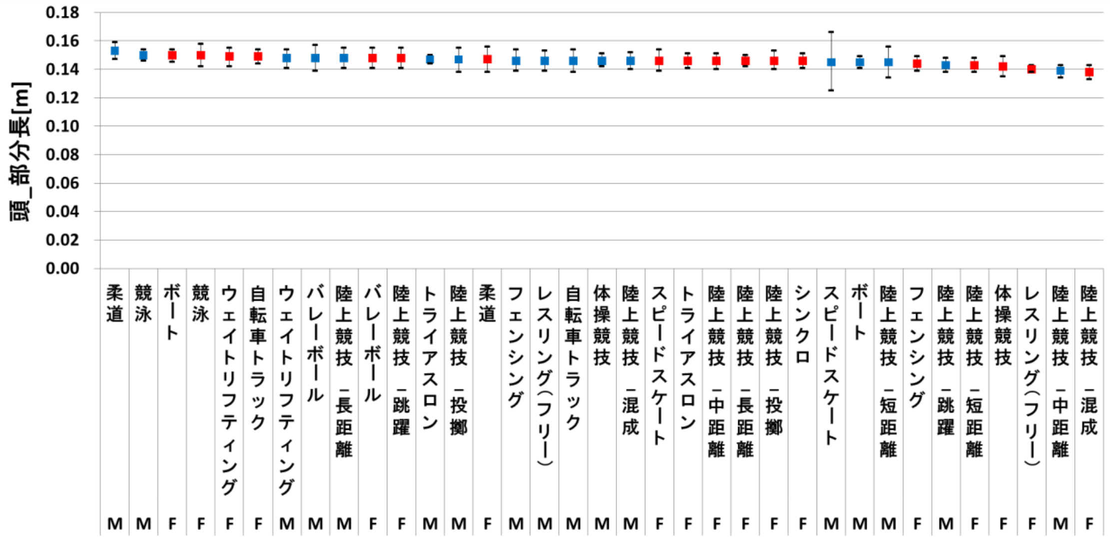


図 3-1　頭の部分長[m]

■男子 ■女子

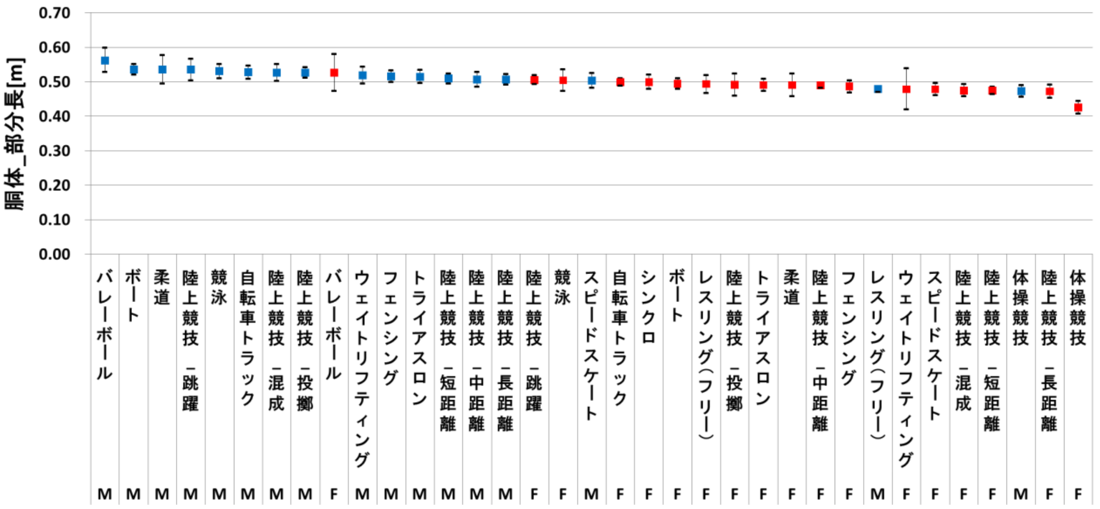


図 3-2　胴体の部分長[m]

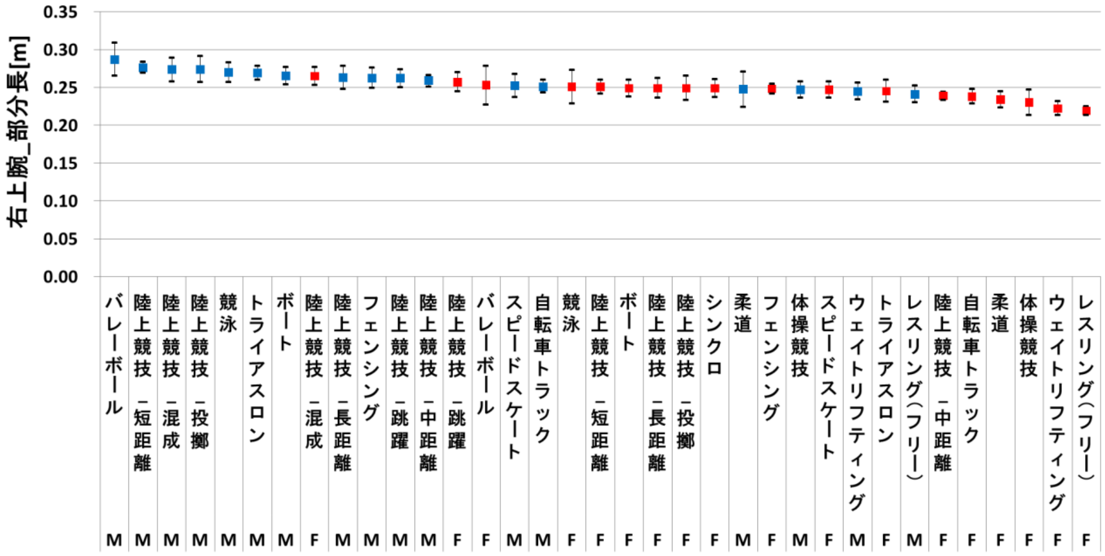


図 3-3　右上腕の部分長[m]

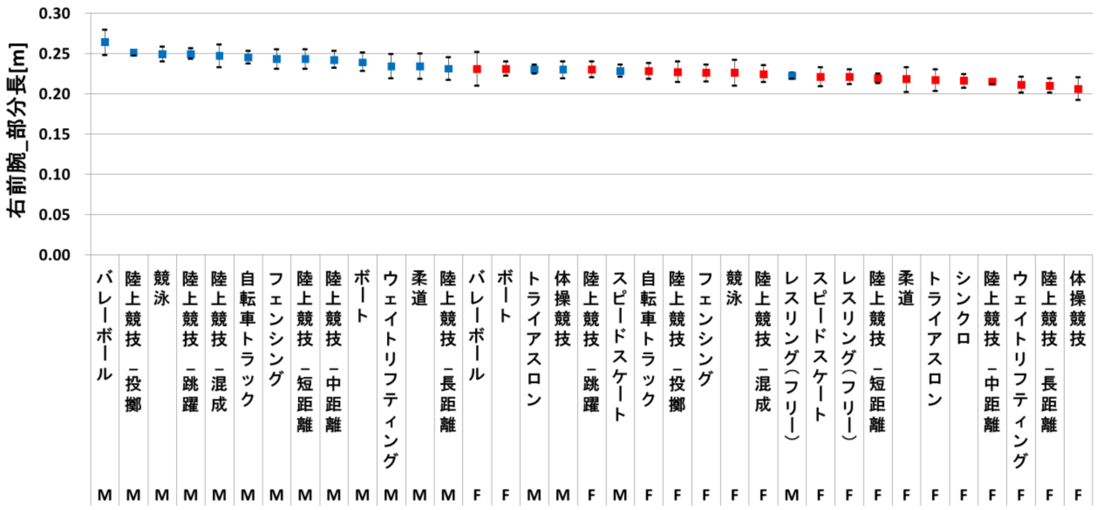


図 3-4　右前腕の部分長[m]

■男子 ■女子

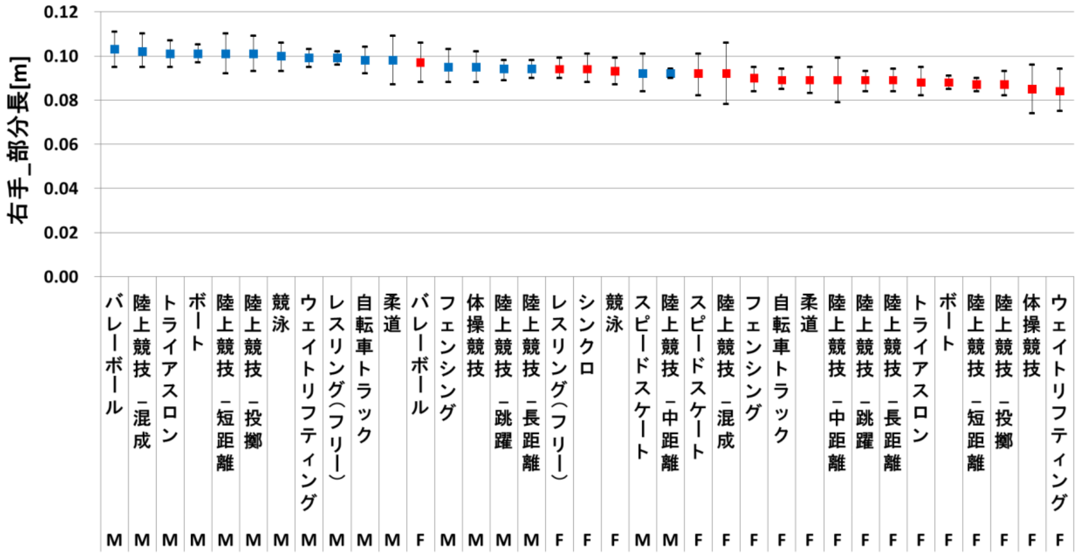


図 3-5　右手の部分長[m]

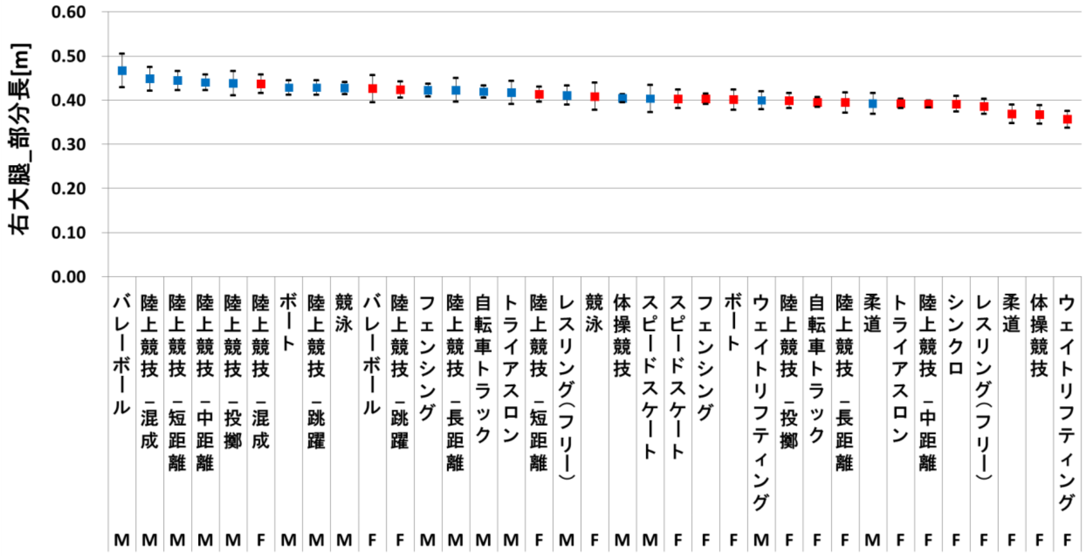


図 3-6　右大腿の部分長[m]

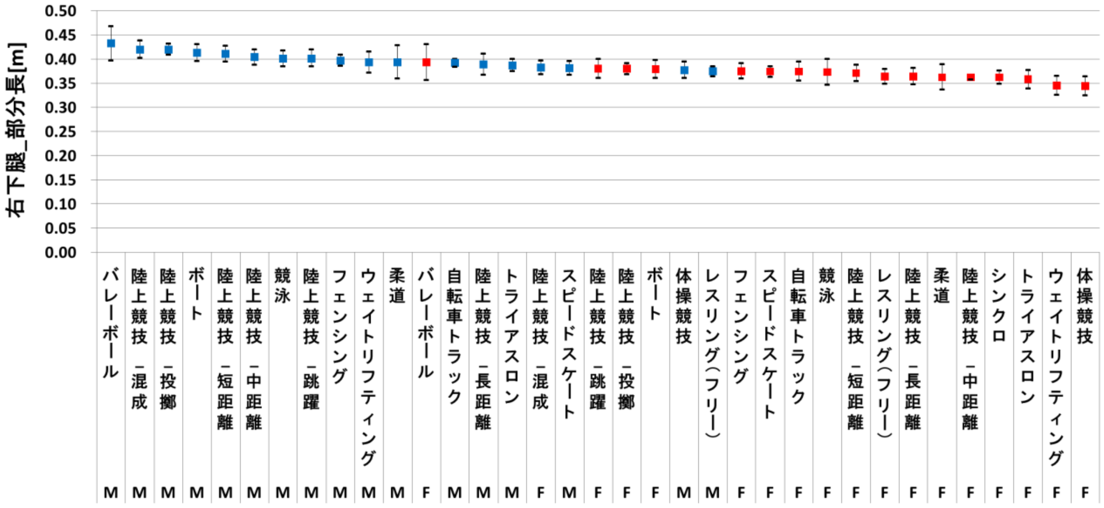


図 3-7　右下腿の部分長[m]

■男子 ■女子

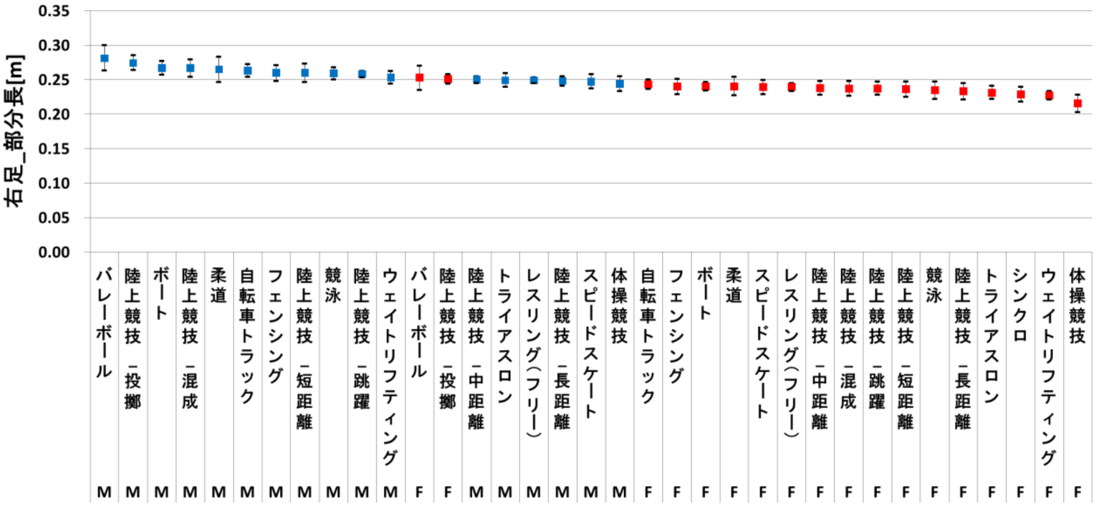


図 3-8　右足の部分長[m]

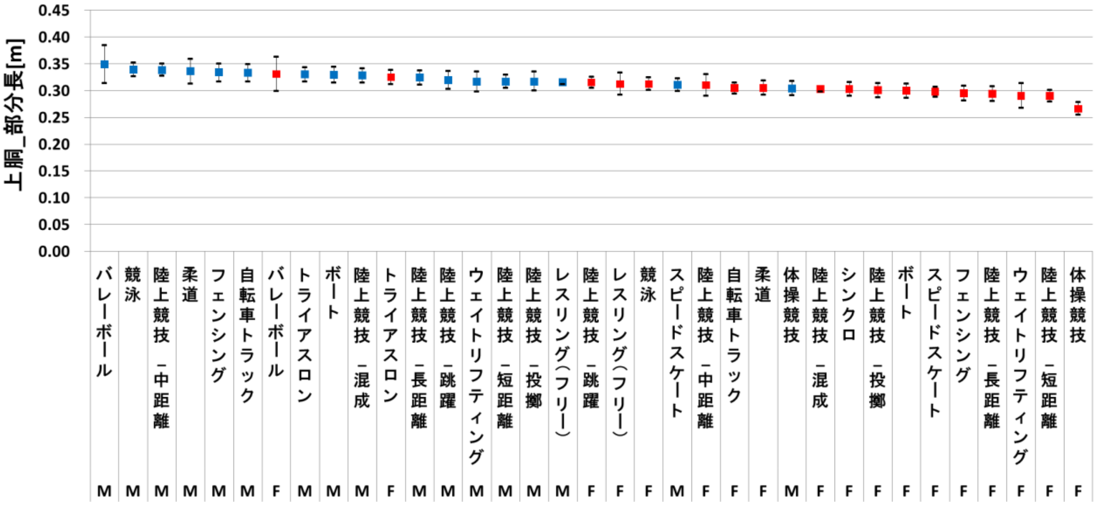


図 3-9　上胴の部分長[m]

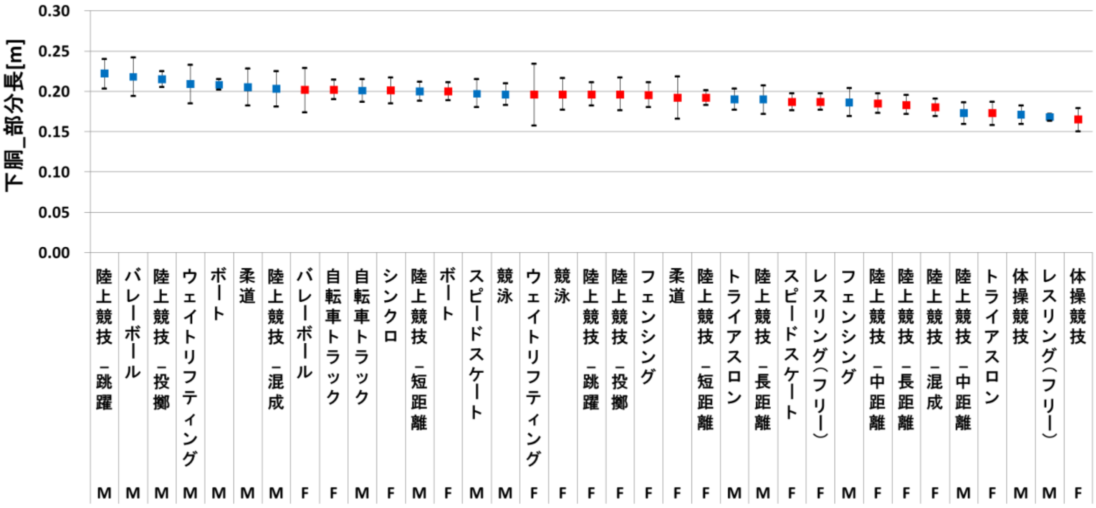


図 3-10　下胴の部分長[m]

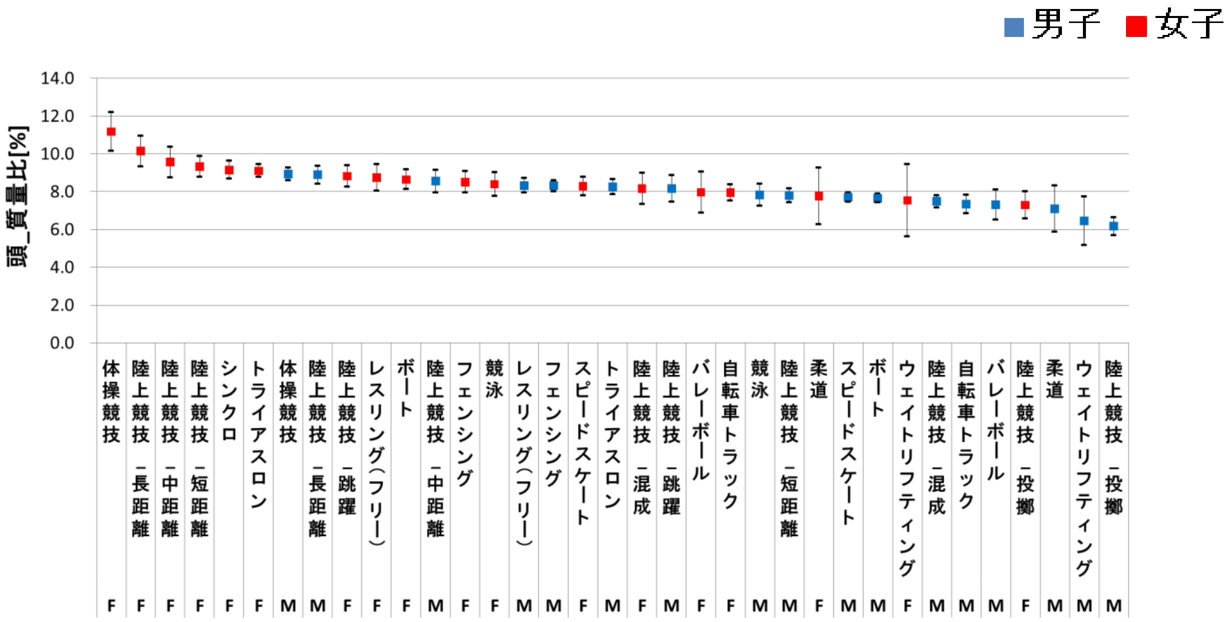


図 4-1　頭の質量比[%]

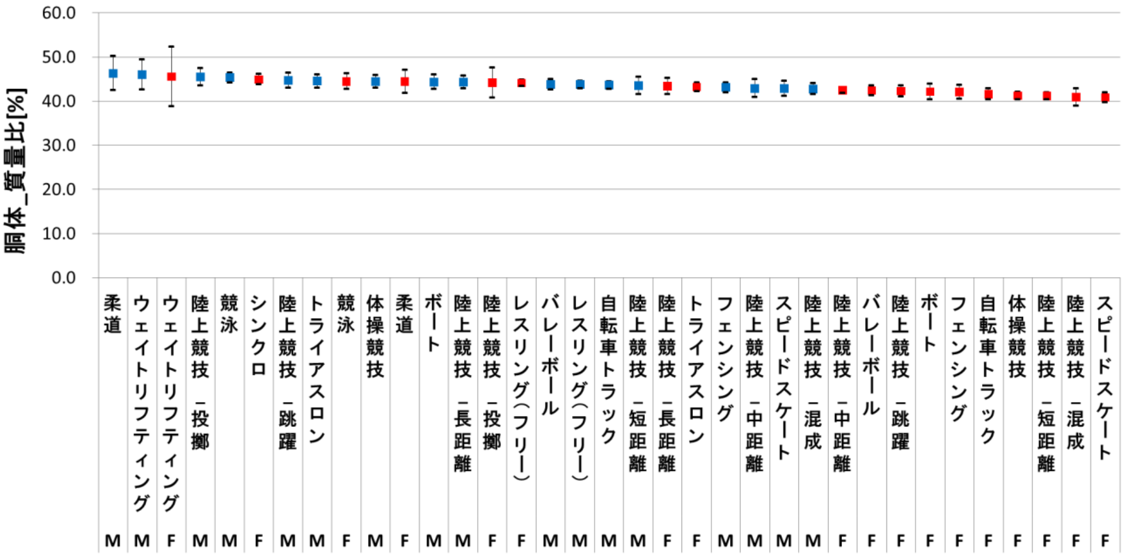


図 4-2　胴体の質量比[%]

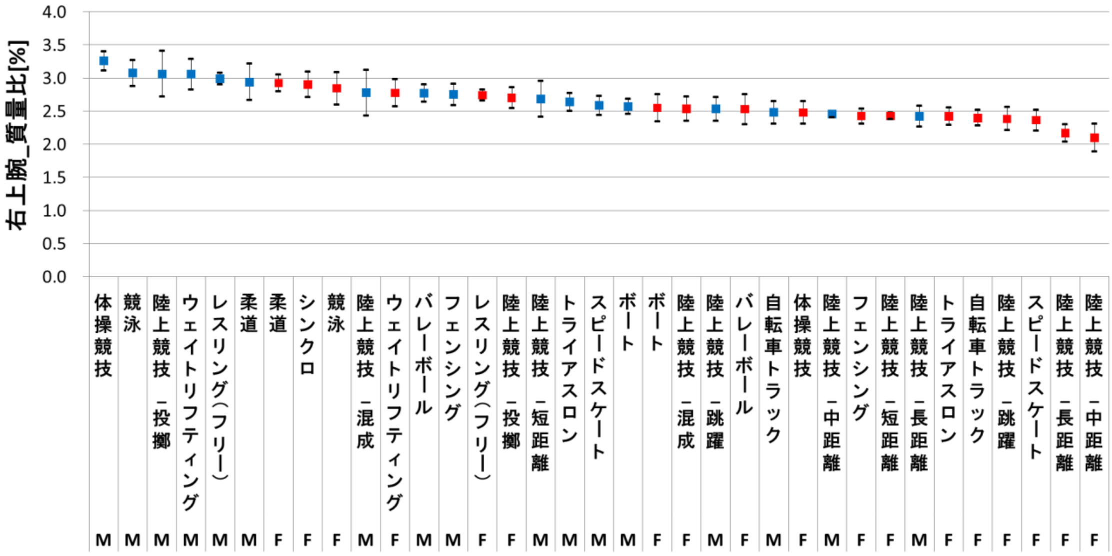


図 4-3　右上腕の質量比[%]

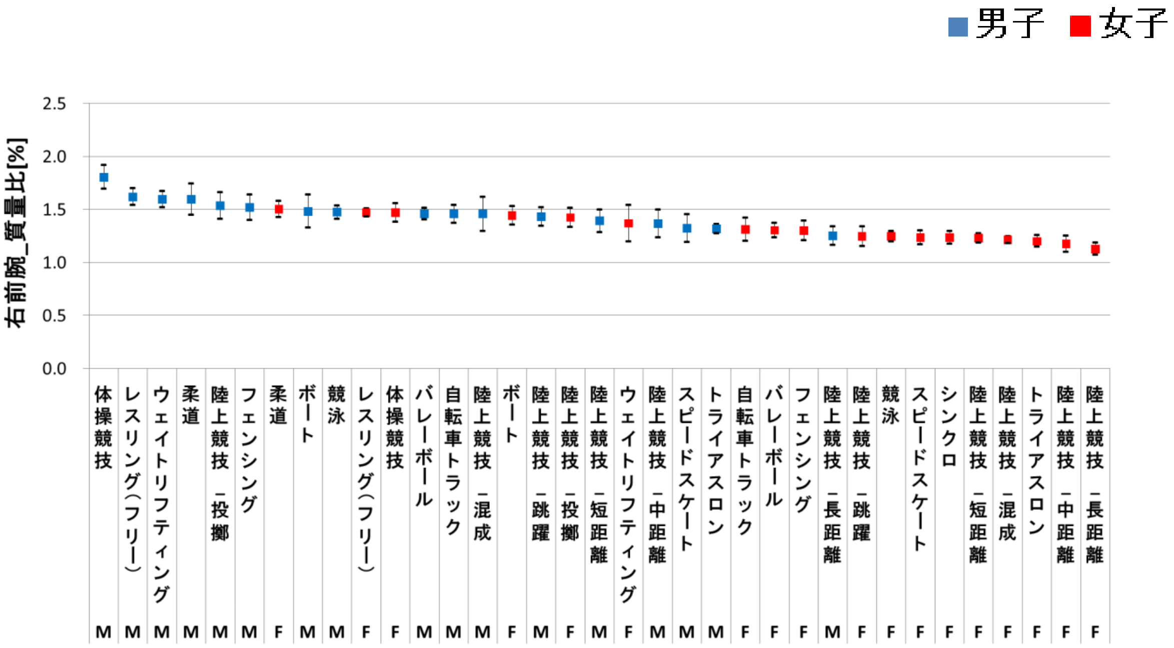


図 4-4　右前腕の質量比[%]

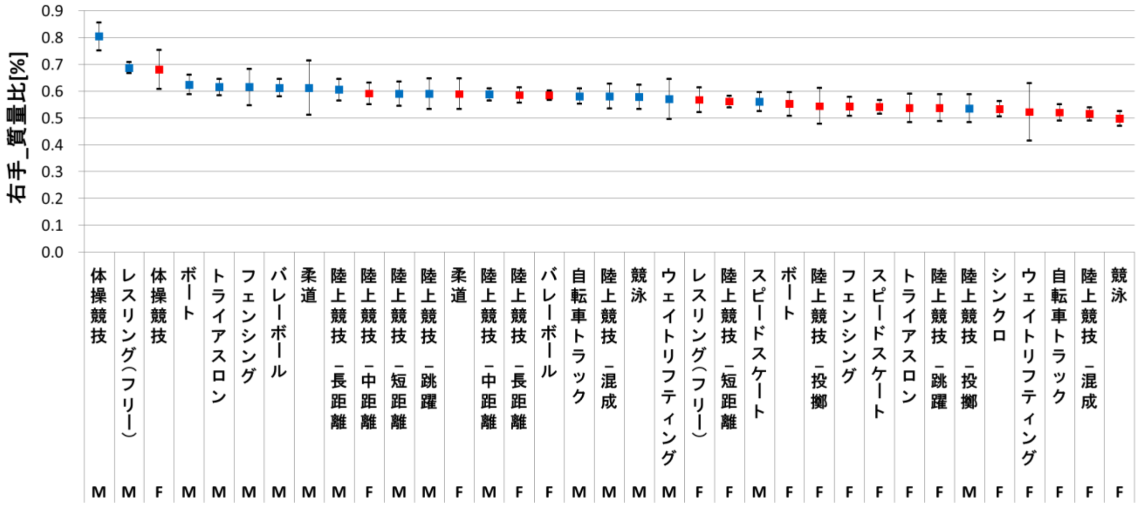


図 4-5　右手の質量比[%]

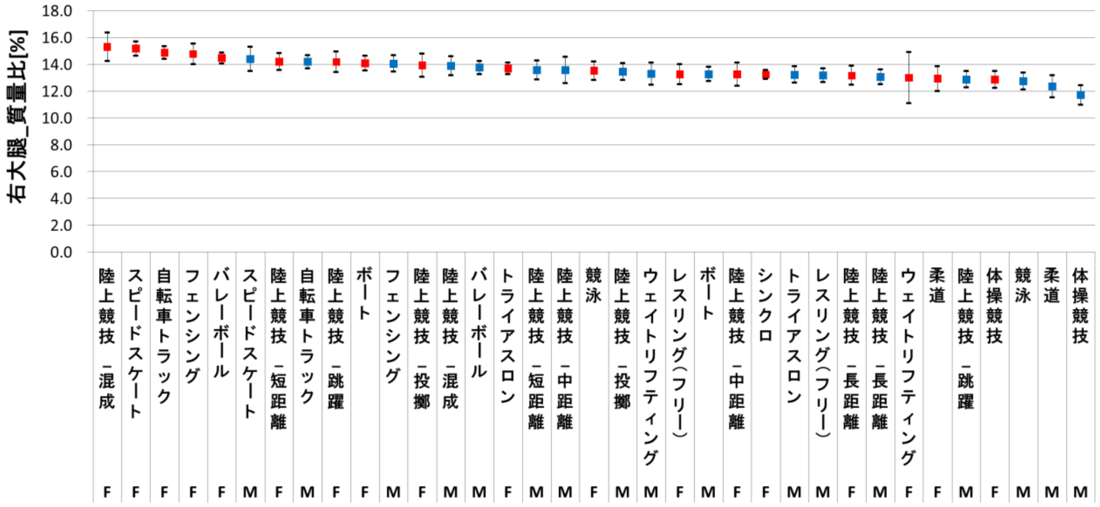


図 4-6　右大腿の質量比[%]

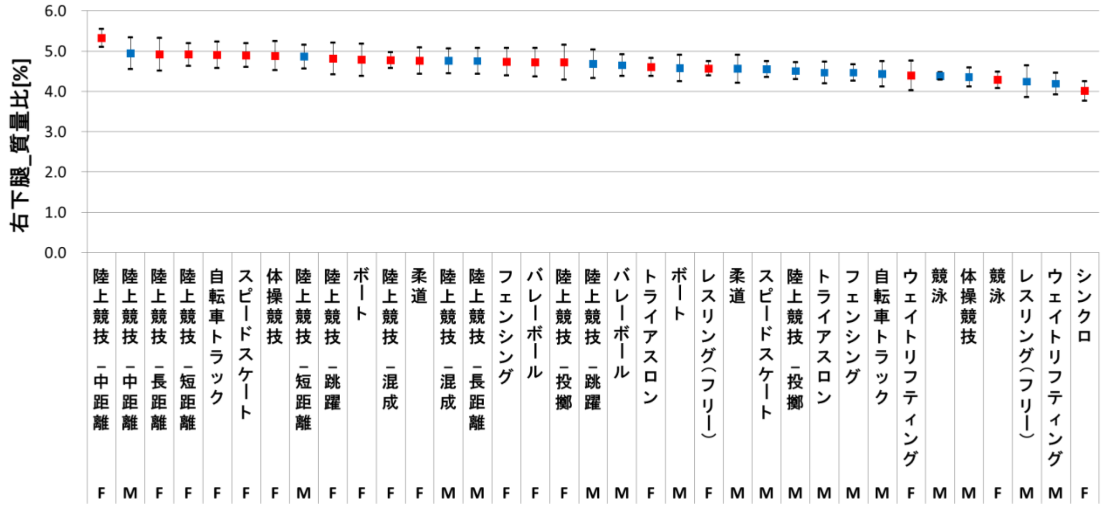


図 4-7　右下腿の質量比[%]

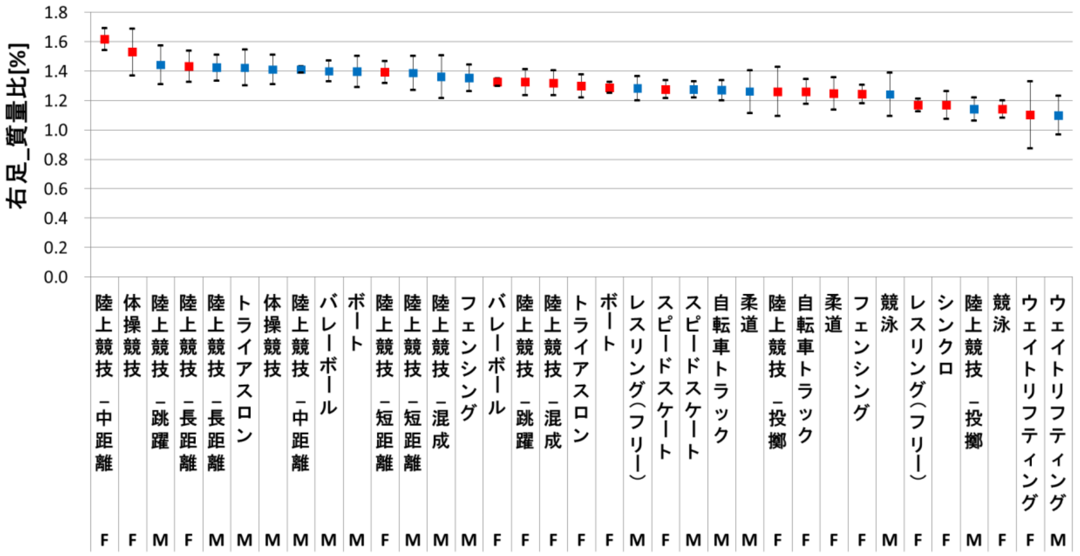


図 4-8　右足の質量比[%]

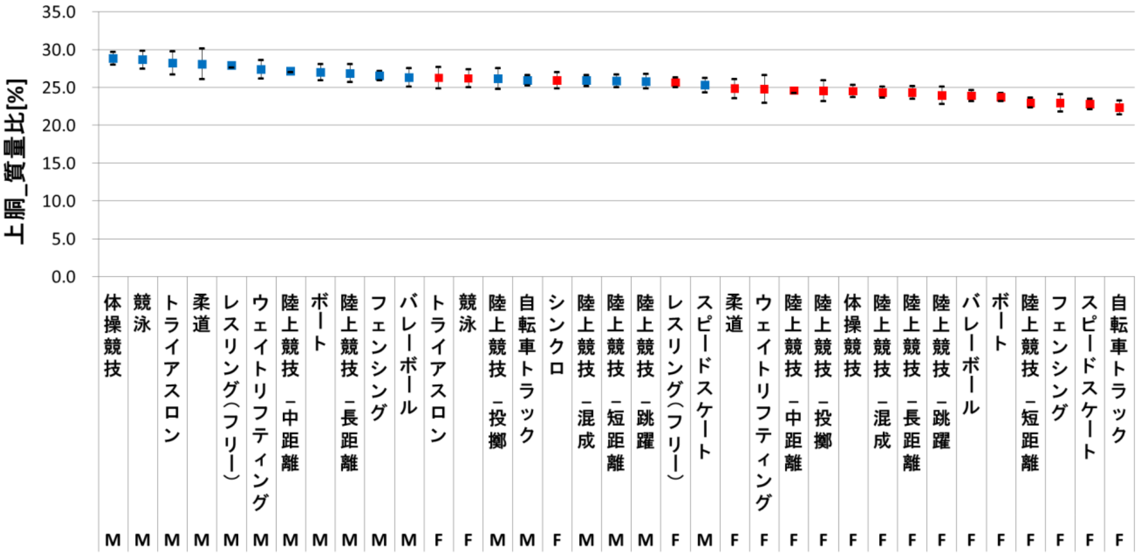


図 4-9　上胴の質量比[%]

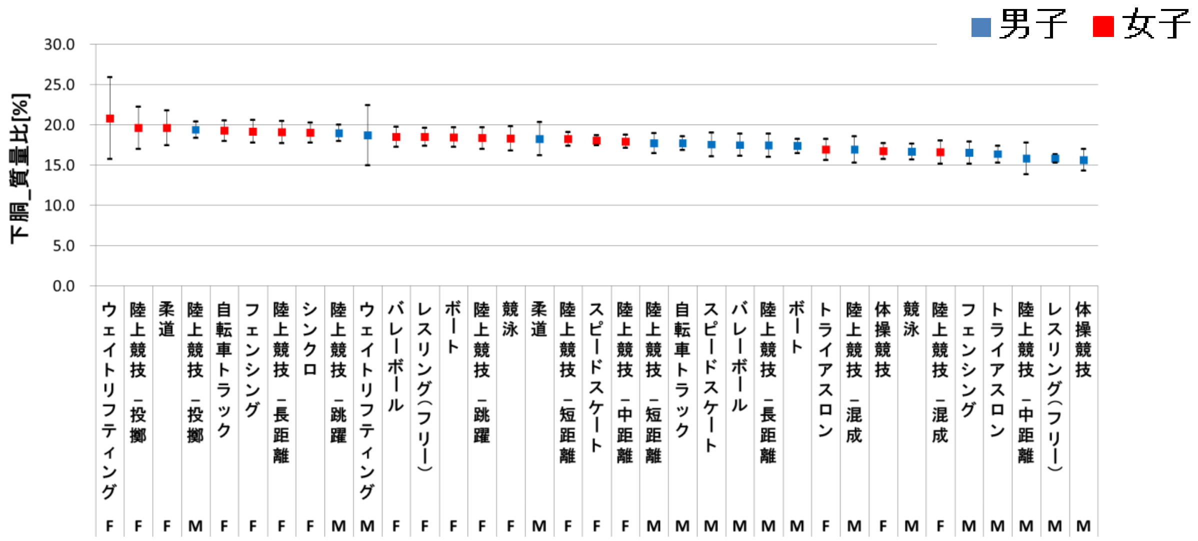


図 4-10　下胴の質量比[%]

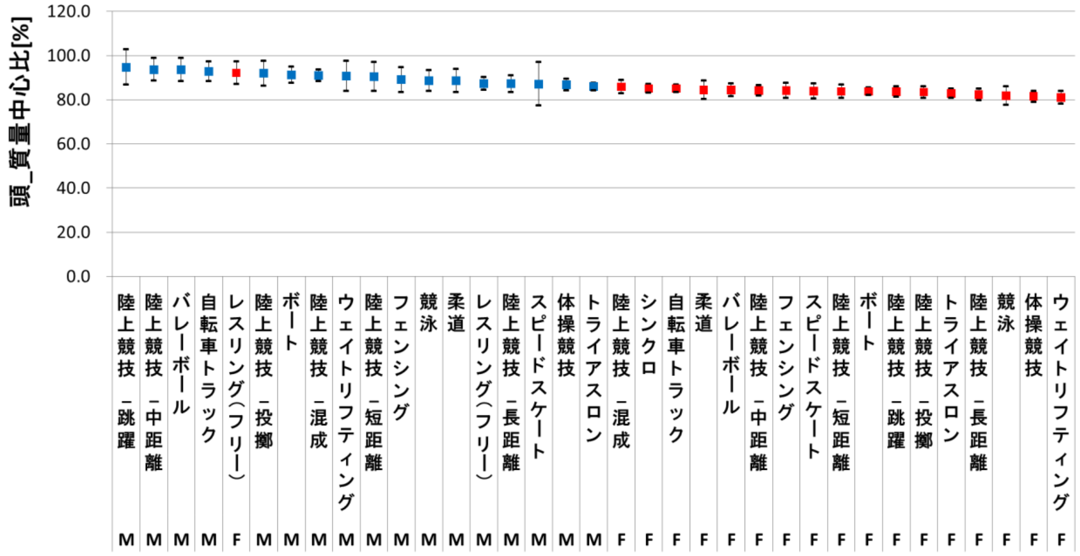


図 5-1　頭の質量中心比[%]

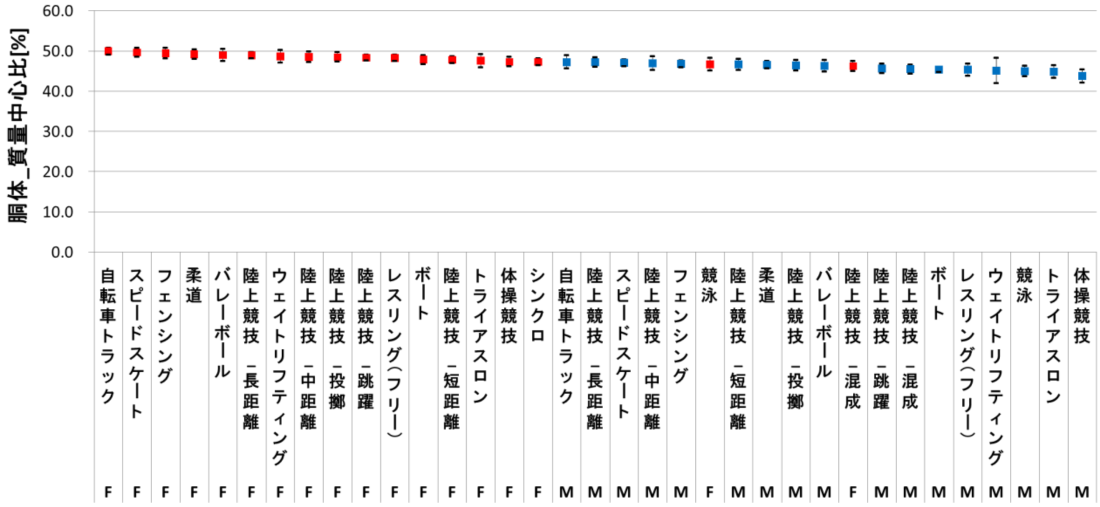


図 5-2　胴体の質量中心比[%]

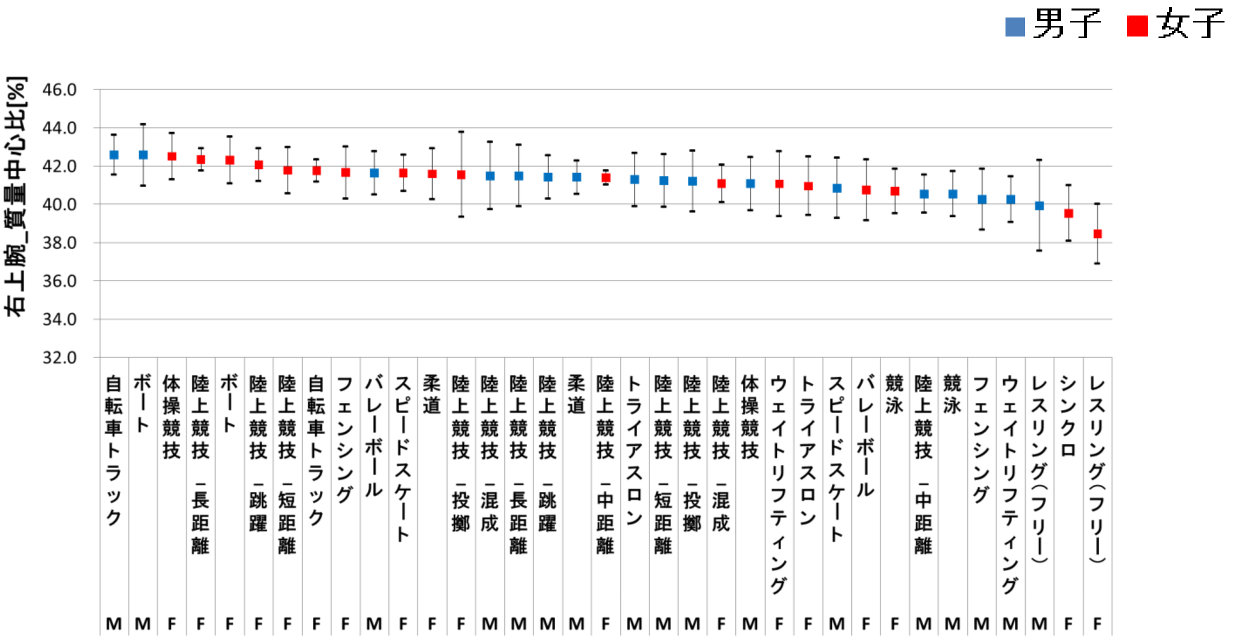


図 5-3　右上腕の質量中心比[%]

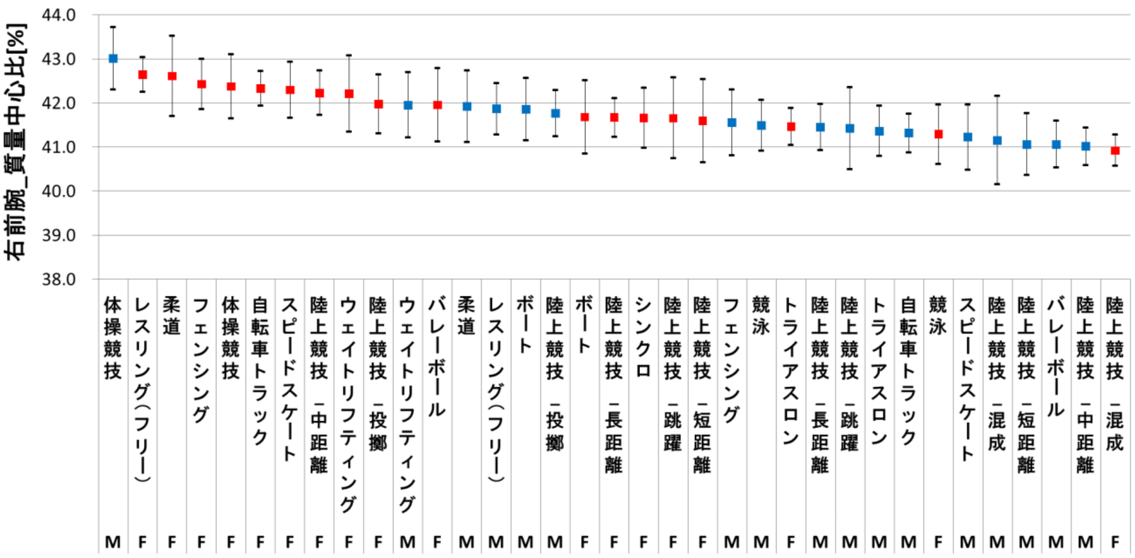


図 5-4　右前腕の質量中心比[%]

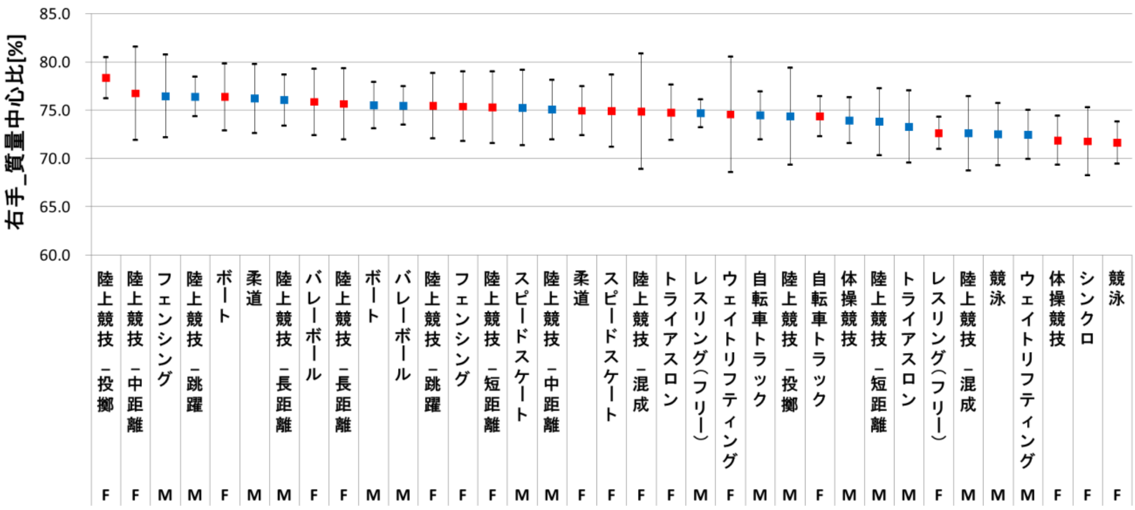


図 5-5　右手の質量中心比[%]

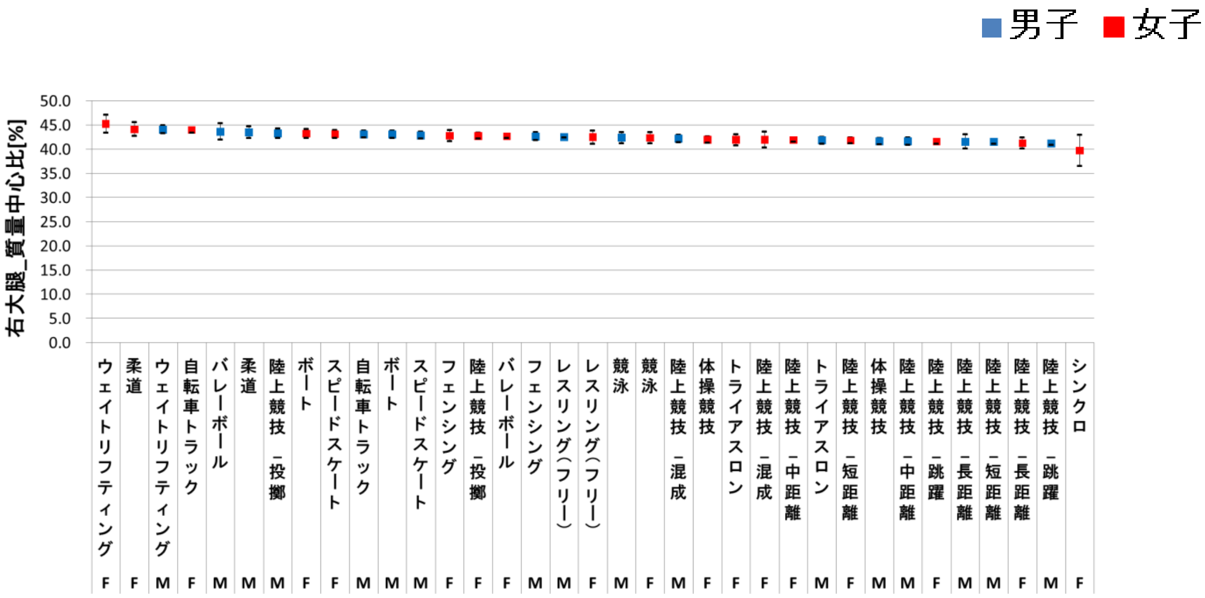


図 5-6　右大腿の質量中心比[%]

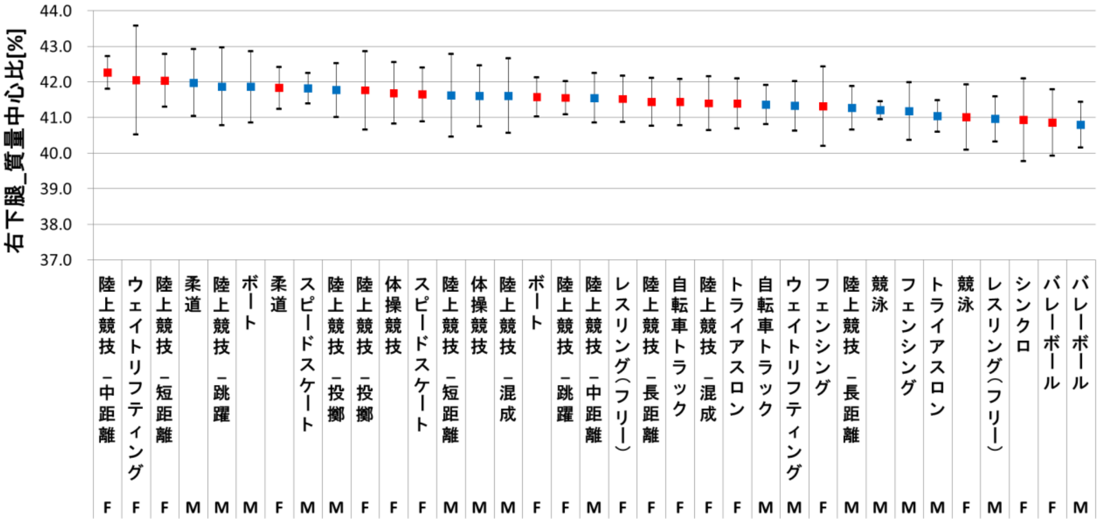


図 5-7　右下腿の質量中心比[%]

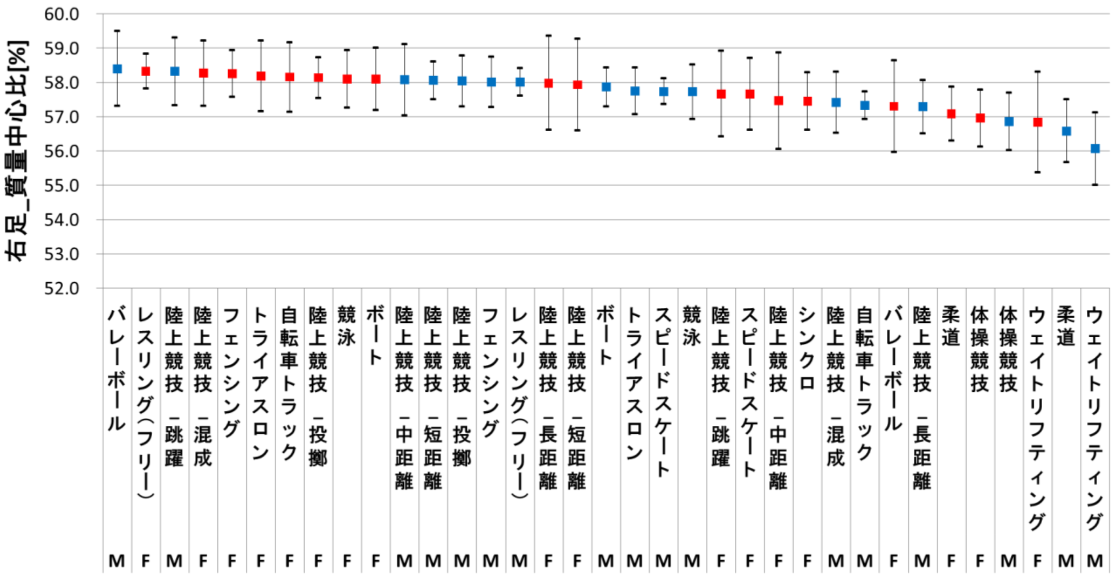


図 5-8　右足の質量中心比[%]

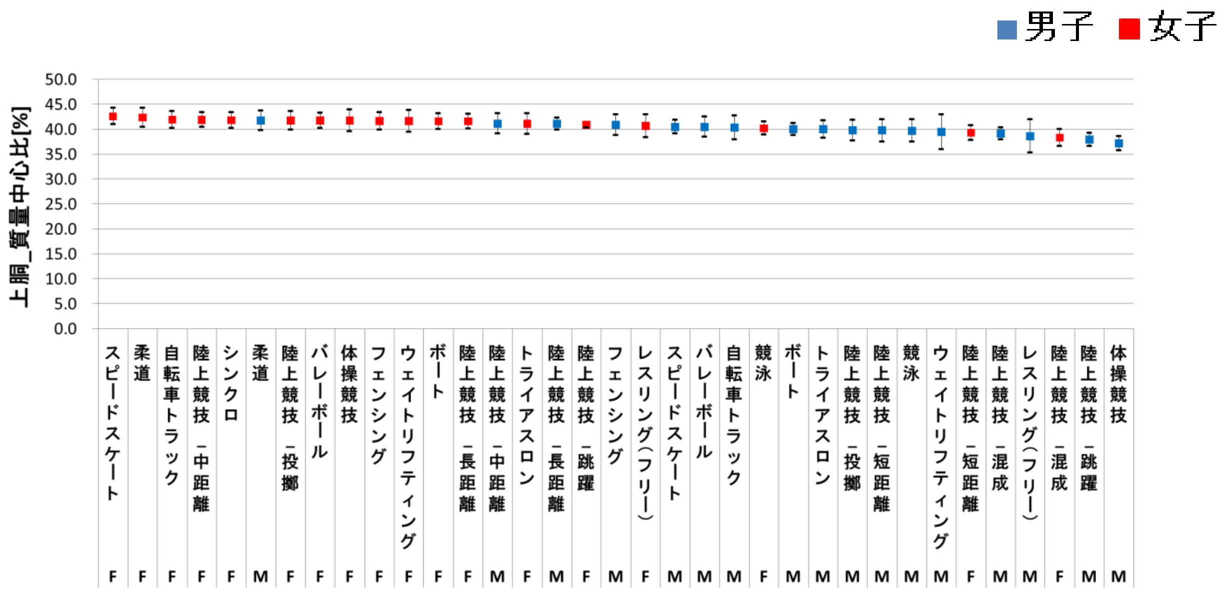


図 5-9　上胴の質量中心比[%]

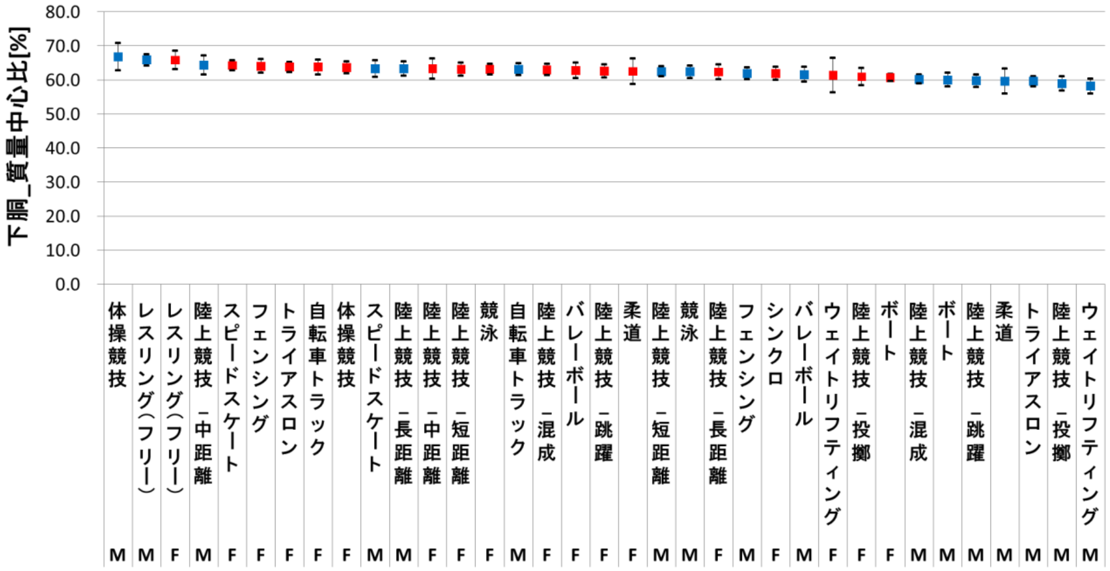


図 5-10　下胴の質量中心比[%]

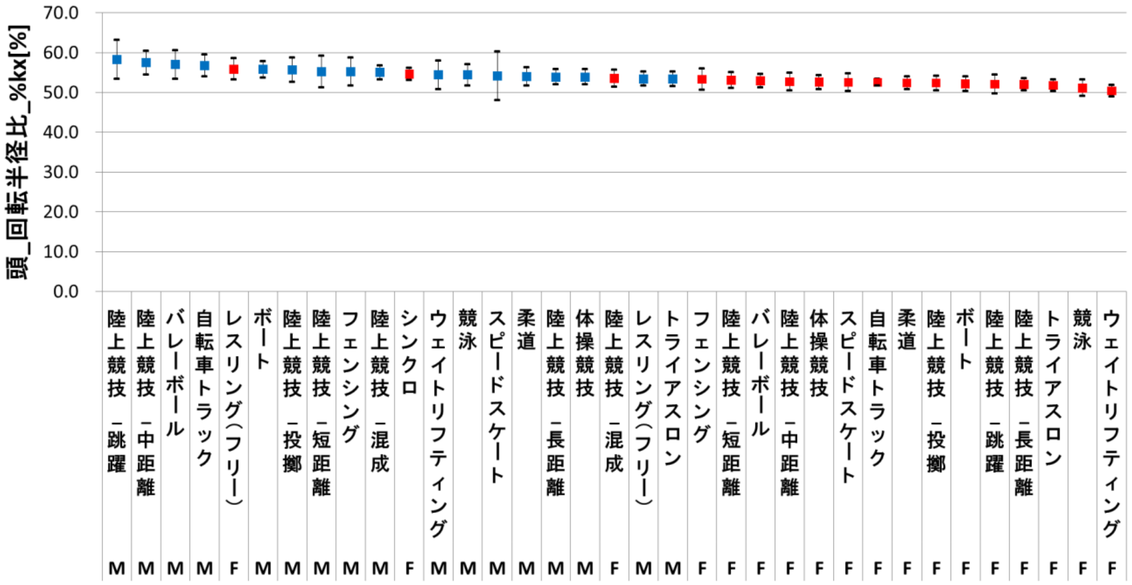


図 6-1　頭の左右軸まわりの回転半径比[%]

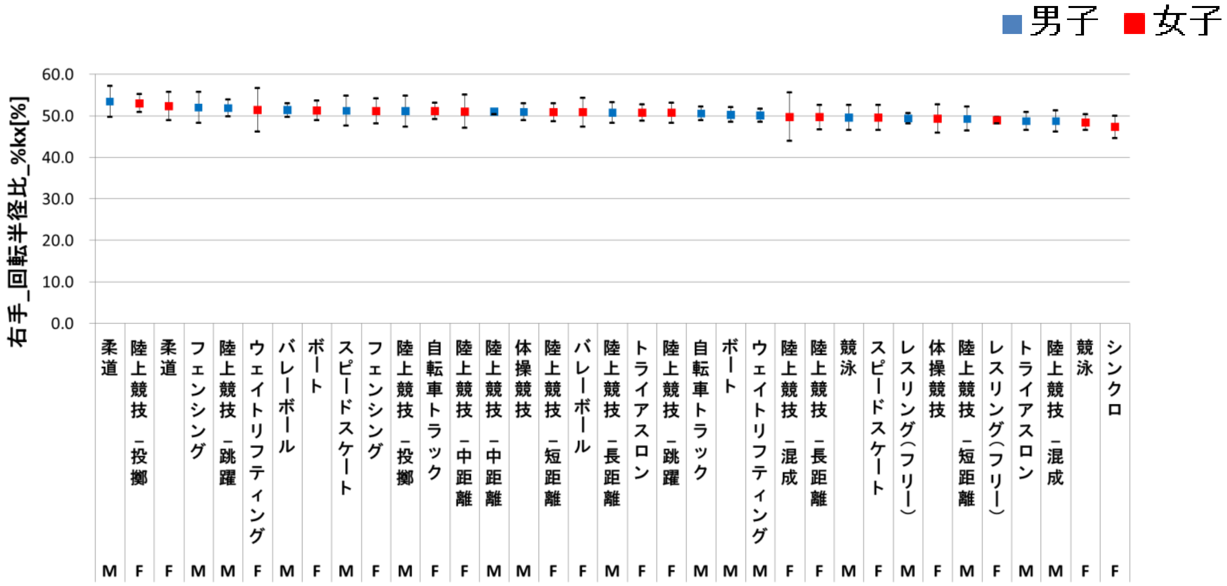


図 6-5　右手の左右軸まわりの回転半径比[%]

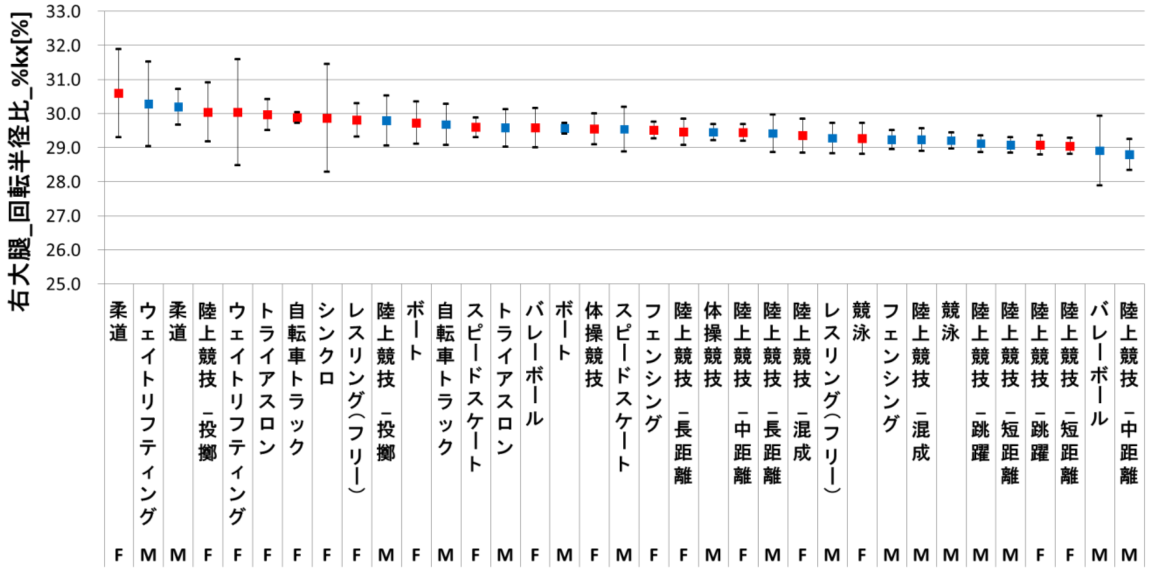


図 6-6　右大腿の左右軸まわりの回転半径比[%]

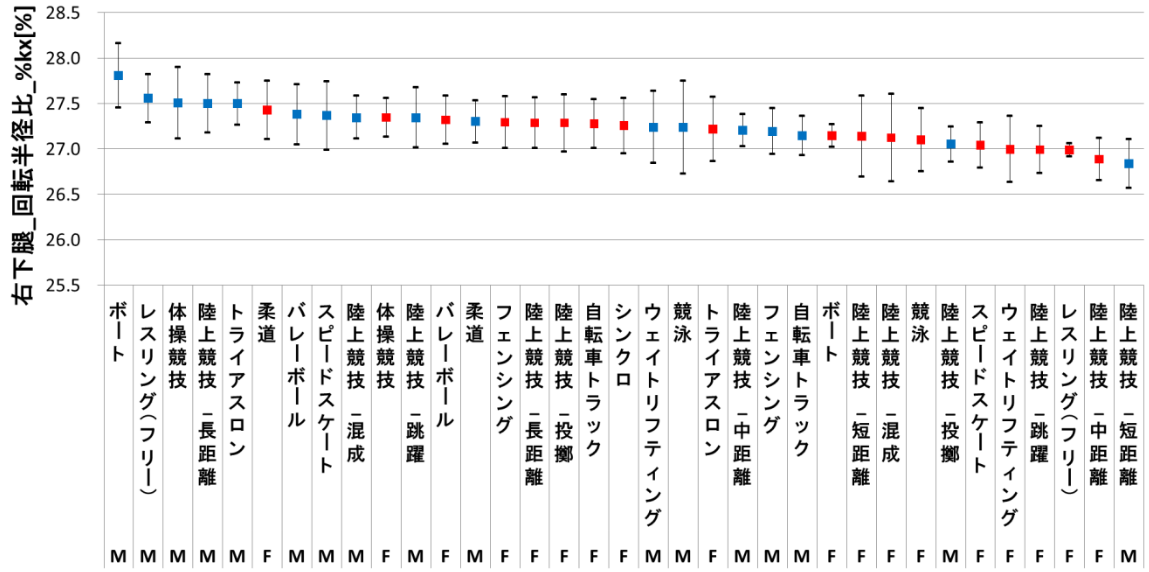


図 6-7　右下腿の左右軸まわりの回転半径比[%]

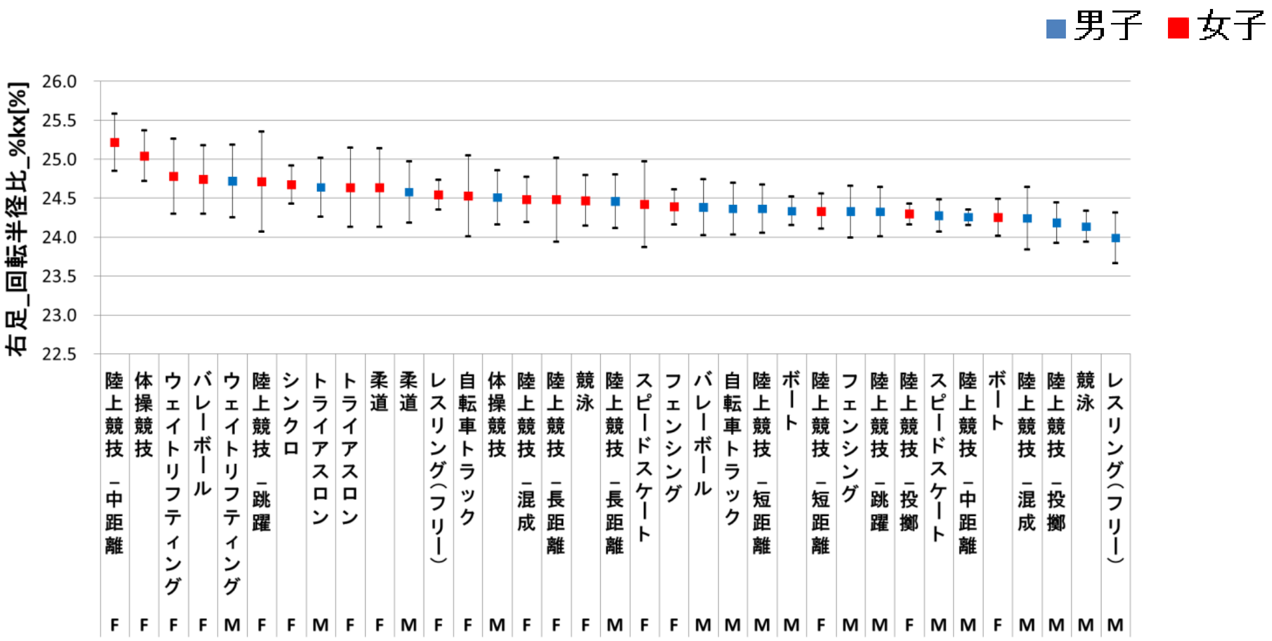


図 6-8　右足の左右軸まわりの回転半径比[%]

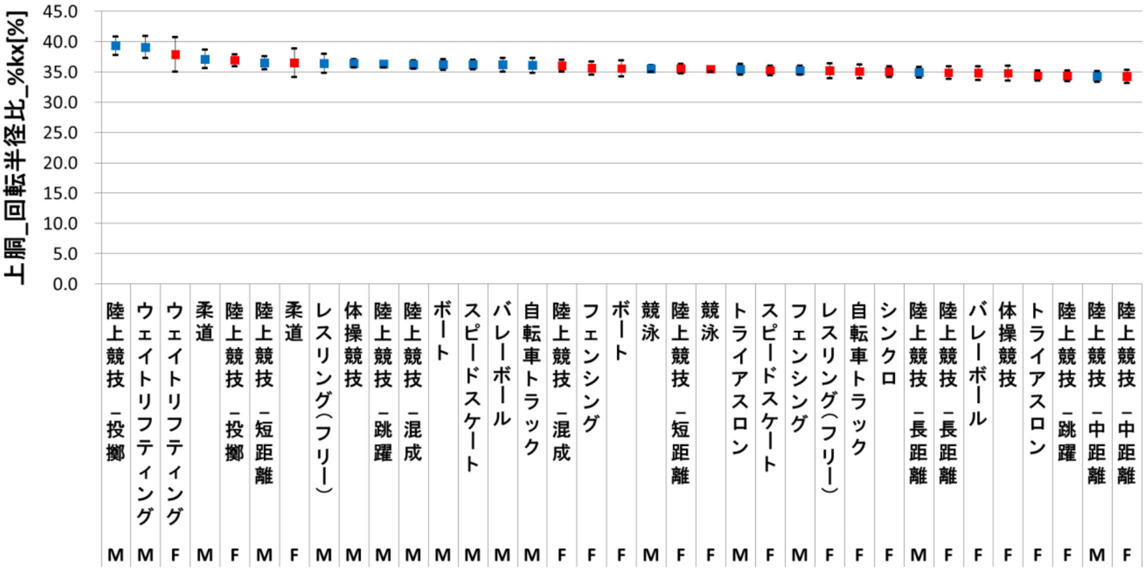


図 6-9　上胴の左右軸まわりの回転半径比[%]

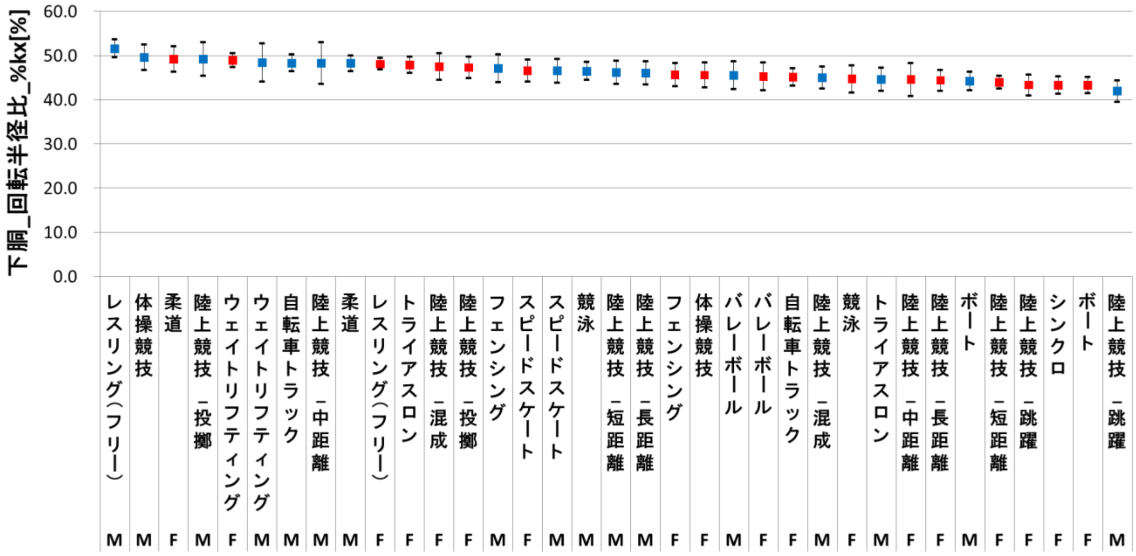


図 6-10　下胴の左右軸まわりの回転半径比[%]

■男子 ■女子

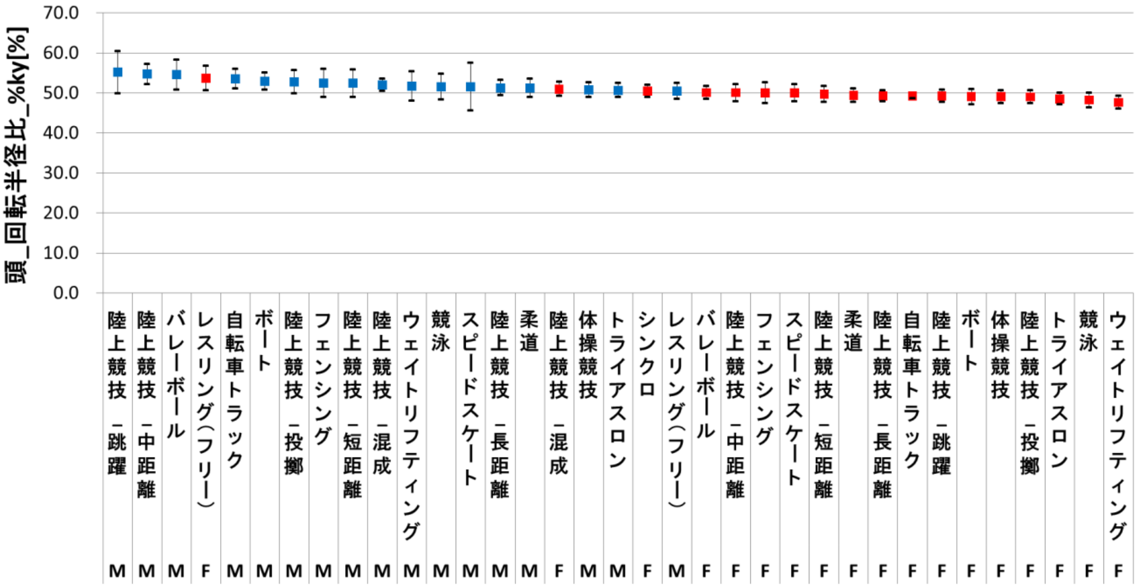


図 7-1　頭の前後軸まわりの回転半径比[%]

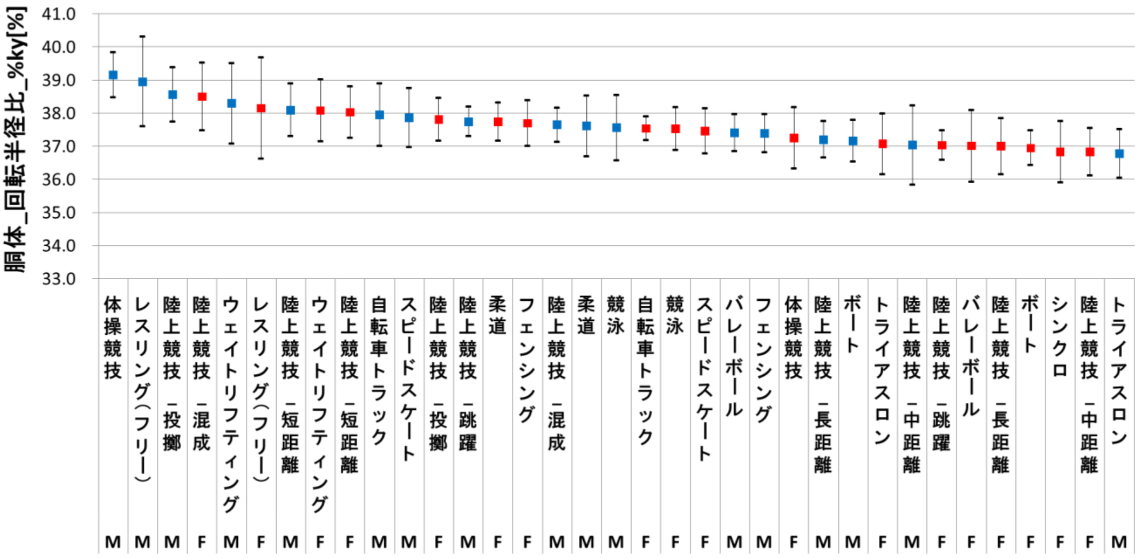


図 7-2　胴体の前後軸まわりの回転半径比[%]

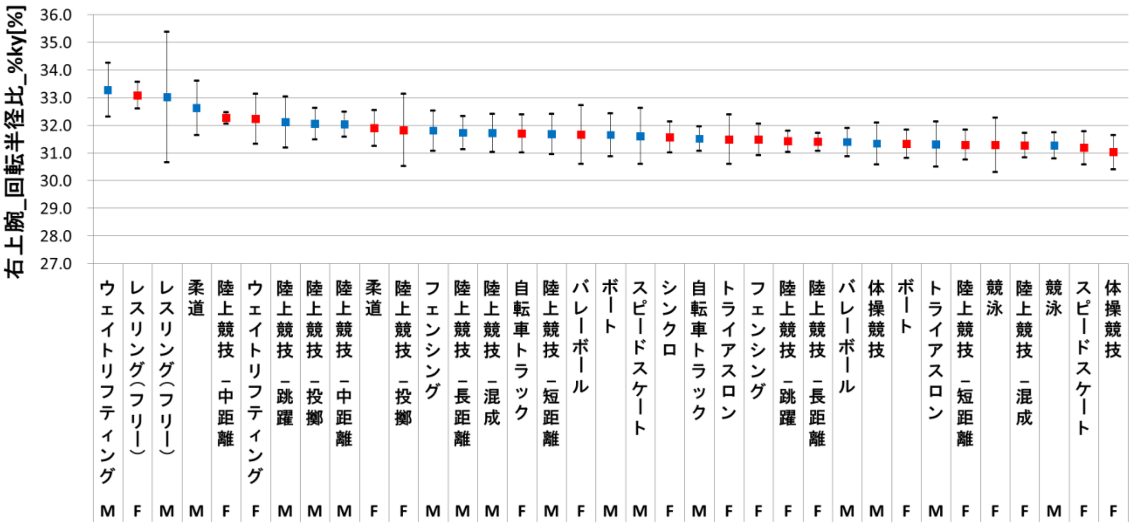


図 7-3　右上腕の前後軸まわりの回転半径比[%]

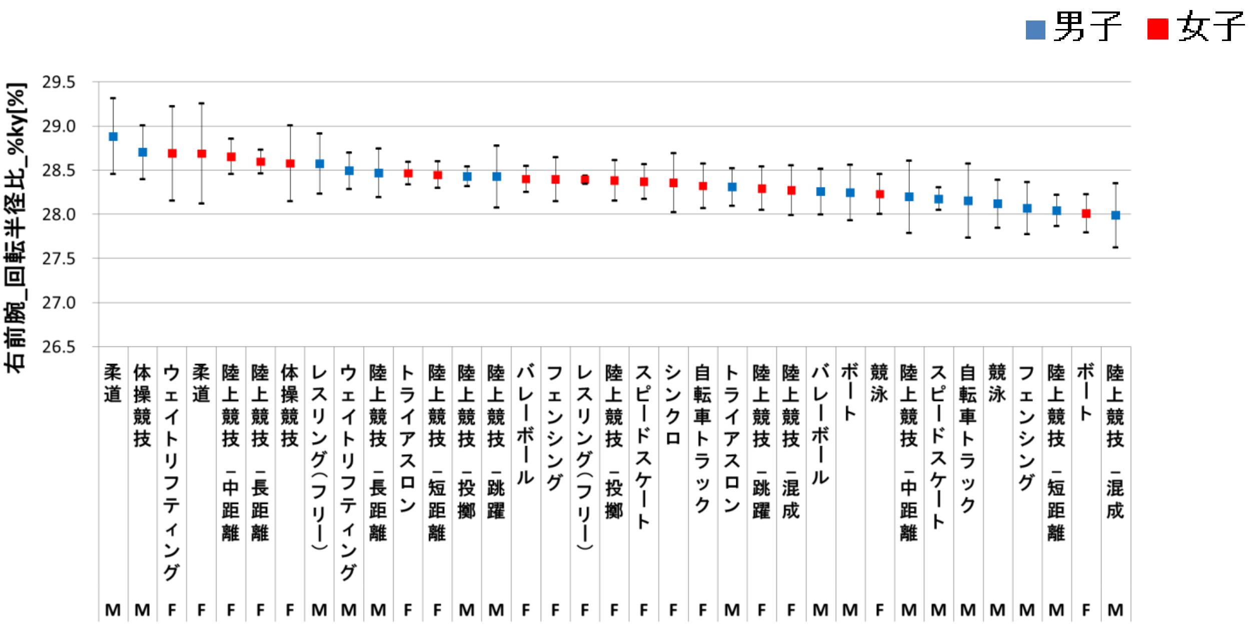


図 7-4　右前腕の前後軸まわりの回転半径比[%]

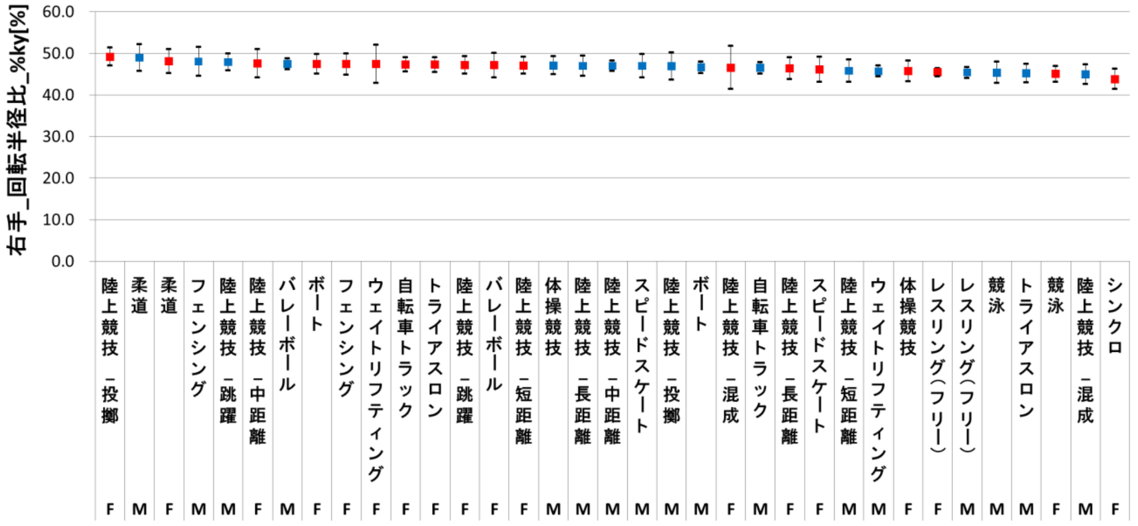


図 7-5　右手の前後軸まわりの回転半径比[%]

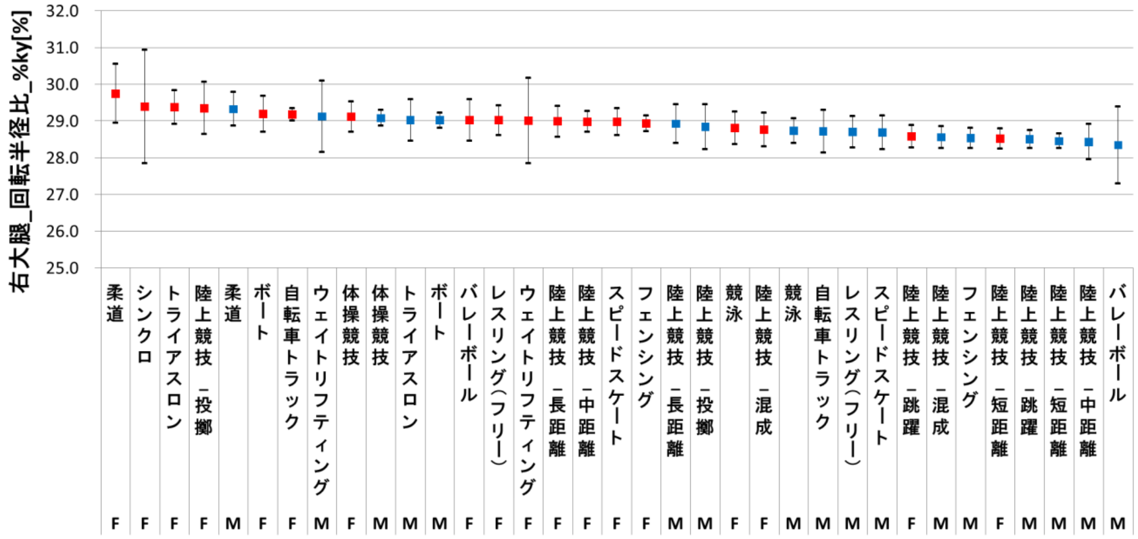


図 7-6　右大腿の前後軸まわりの回転半径比[%]

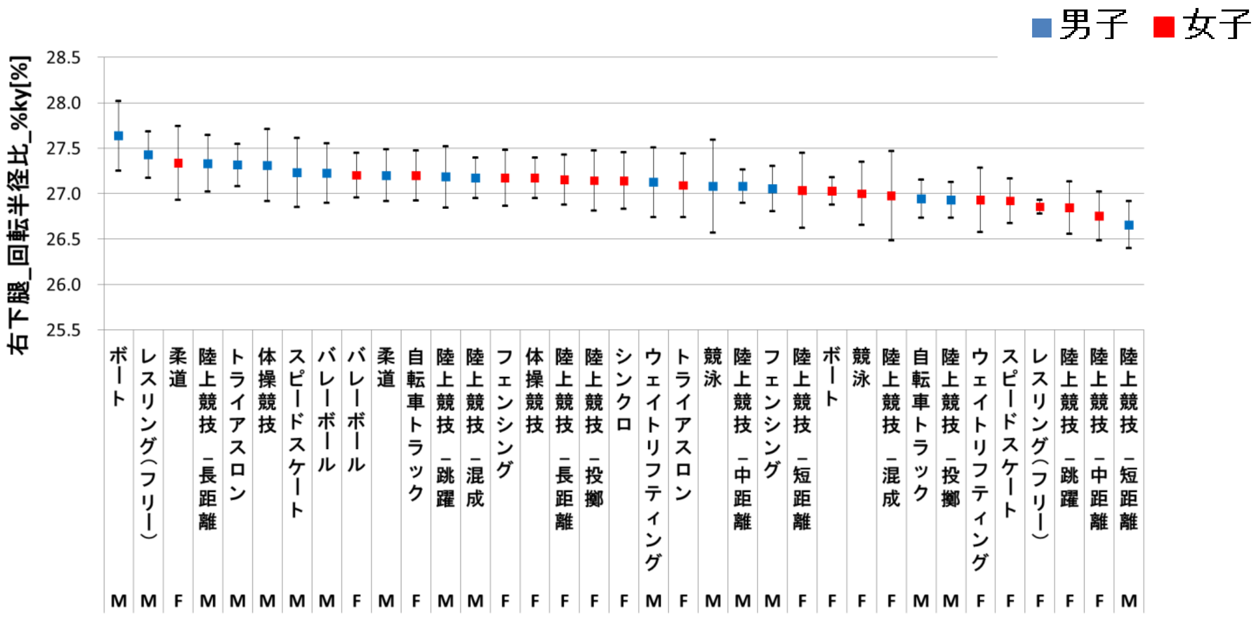


図 7-7　右下腿の前後軸まわりの回転半径比[%]

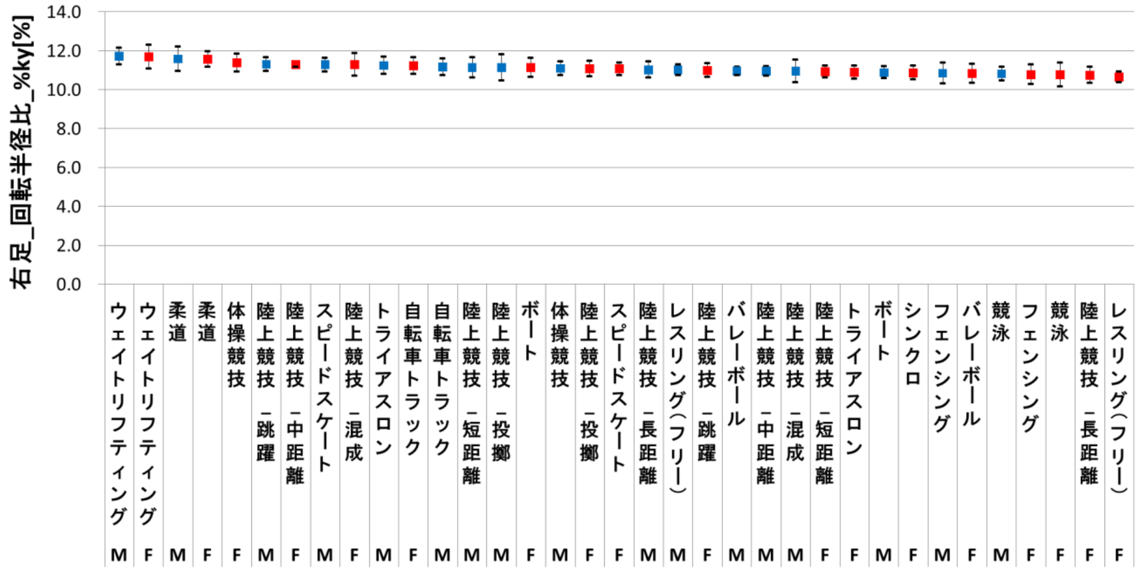


図 7-8　右足の前後軸まわりの回転半径比[%]

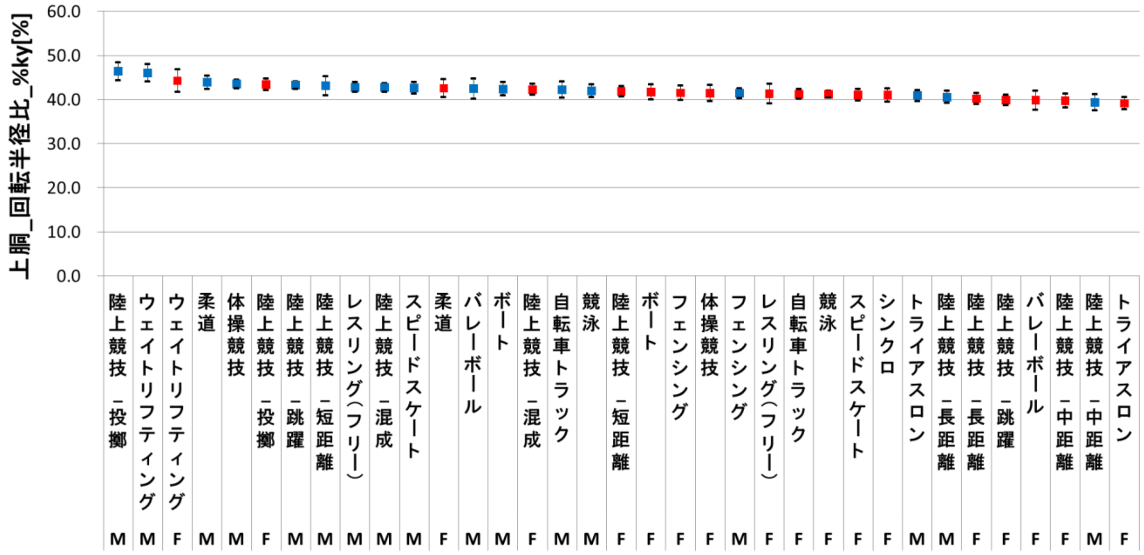


図 7-9　上胴の前後軸まわりの回転半径比[%]

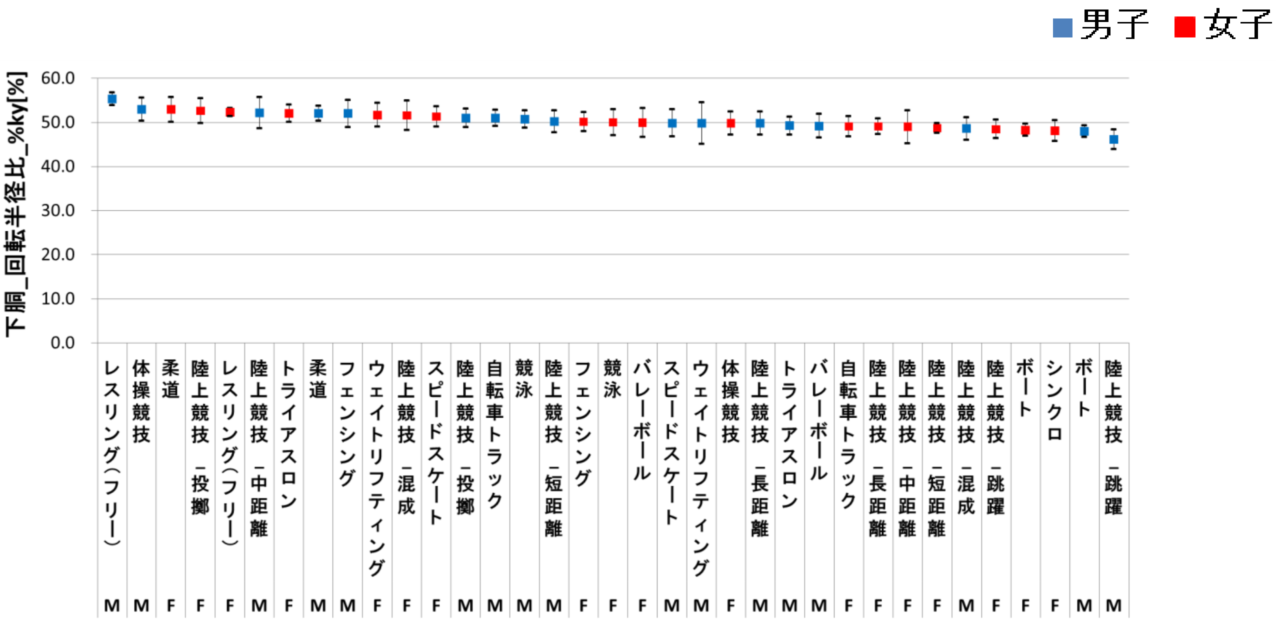


図 7-10　下胴の前後軸まわりの回転半径比[%]

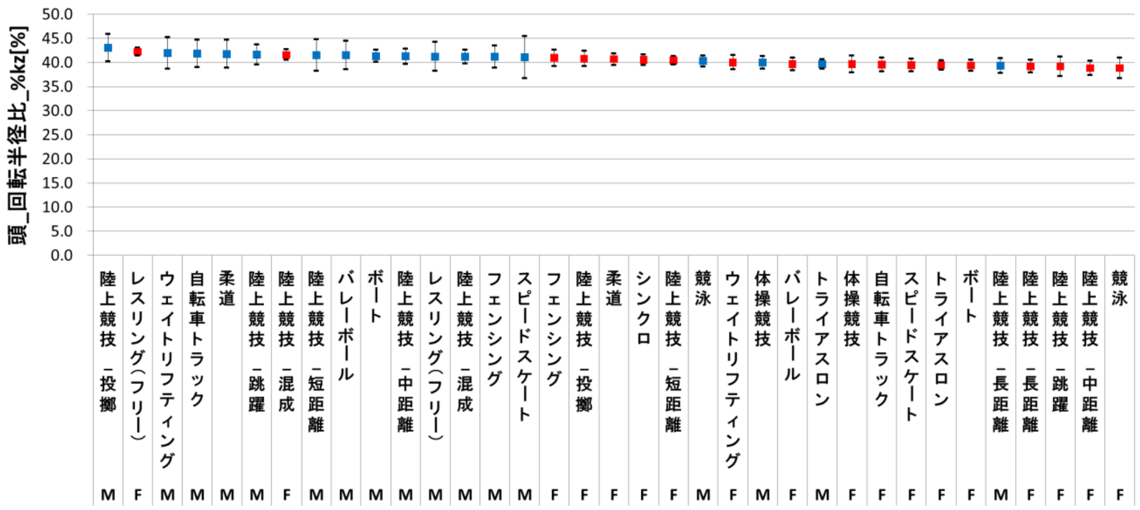


図 8-1　頭の上下軸まわりの回転半径比[%]

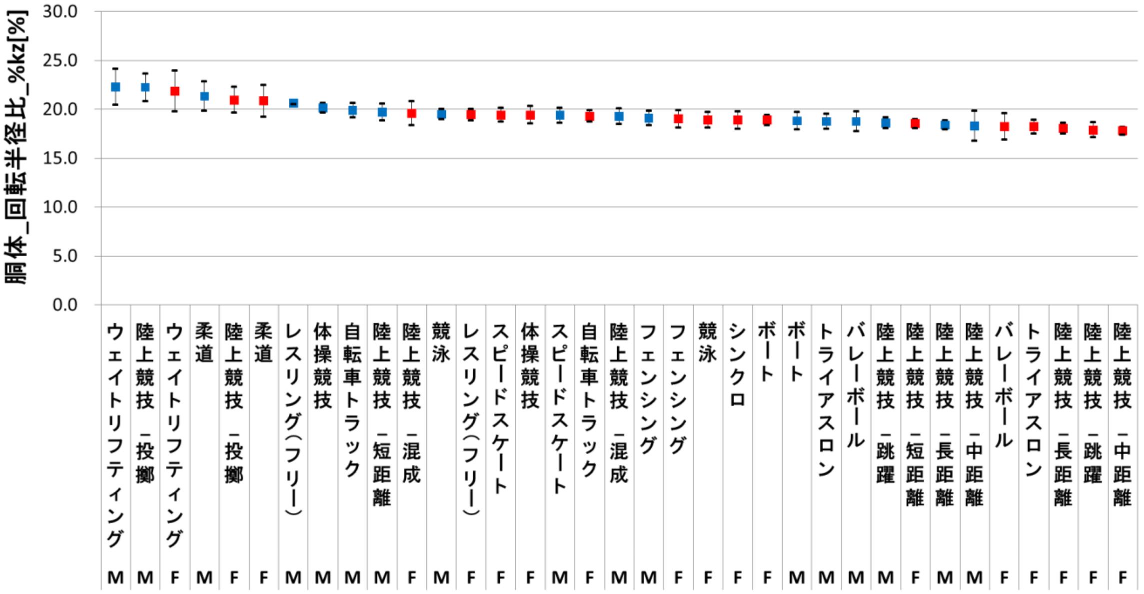


図 8-2　胴体の上下軸まわりの回転半径比[%]

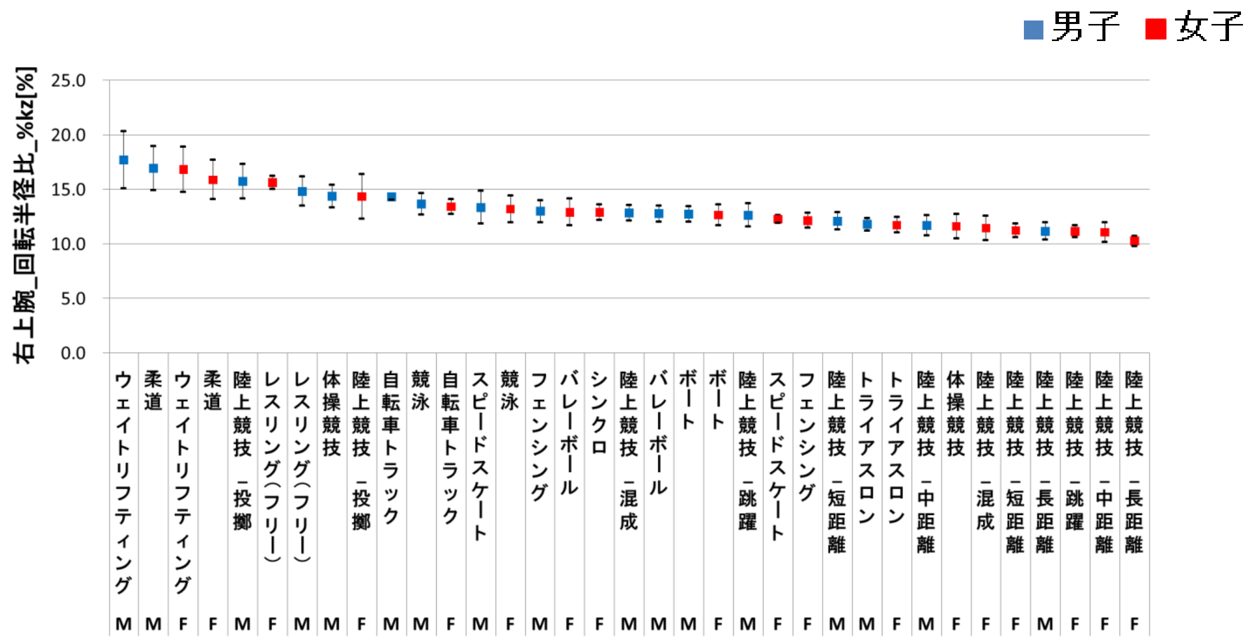


図 8-3　右上腕の上下軸まわりの回転半径比[%]

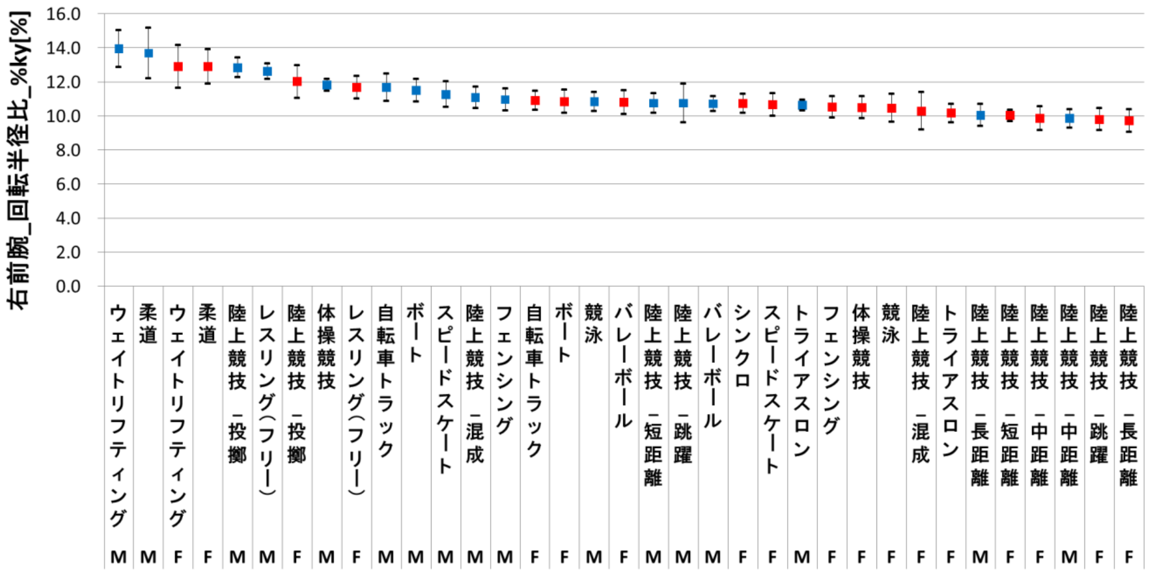


図 8-4　右前腕の上下軸まわりの回転半径比[%]

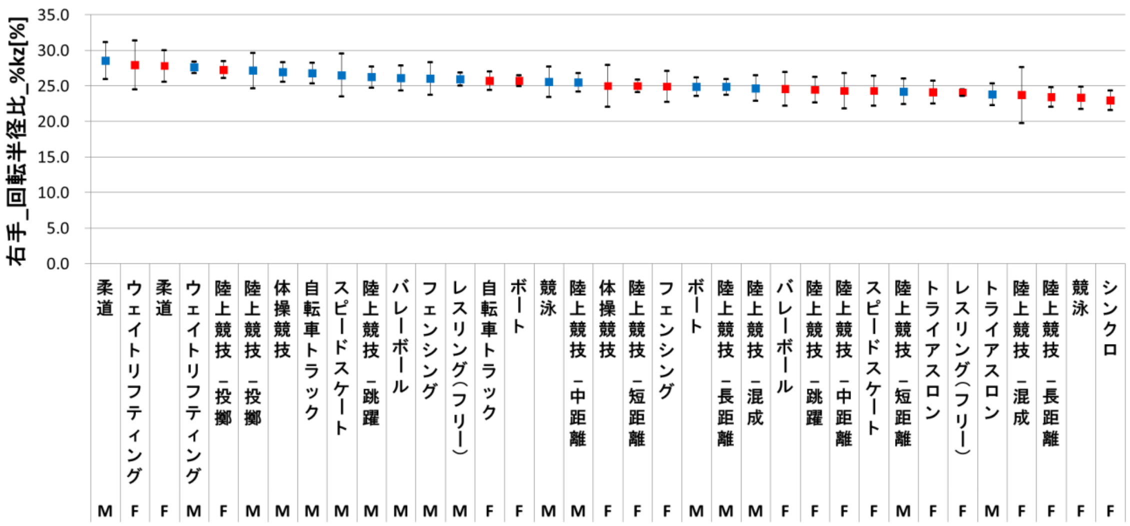


図 8-5　右手の上下軸まわりの回転半径比[%]

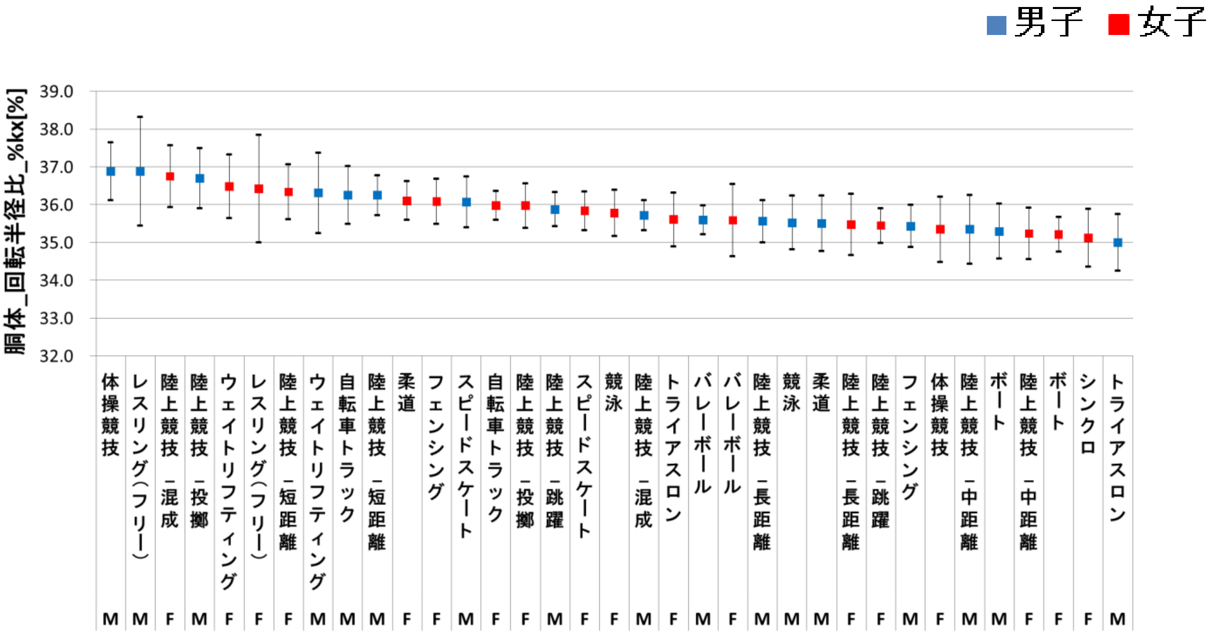


図 6-2　胴体の左右軸まわりの回転半径比[%]

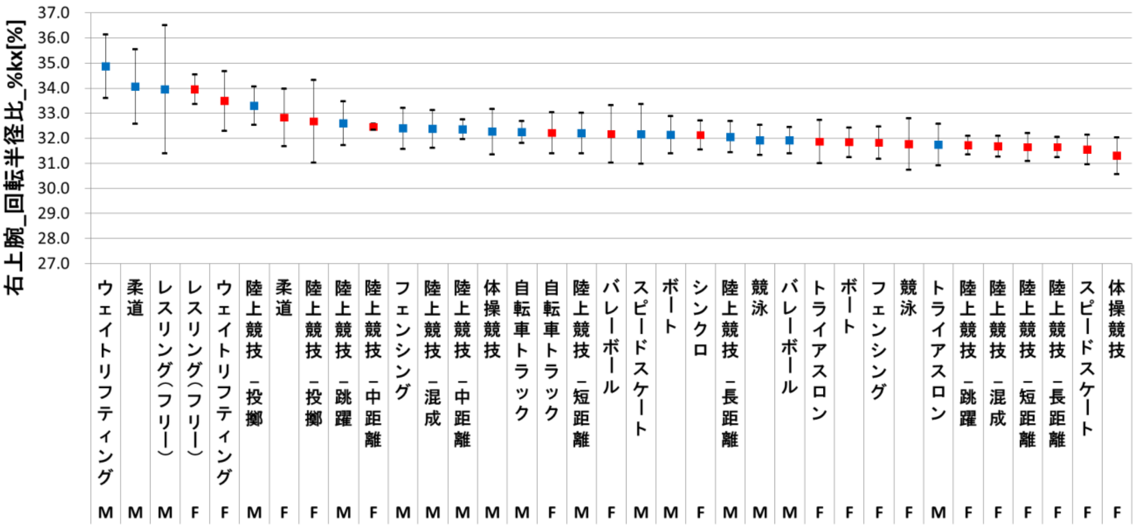


図 6-3　右上腕の左右軸まわりの回転半径比[%]

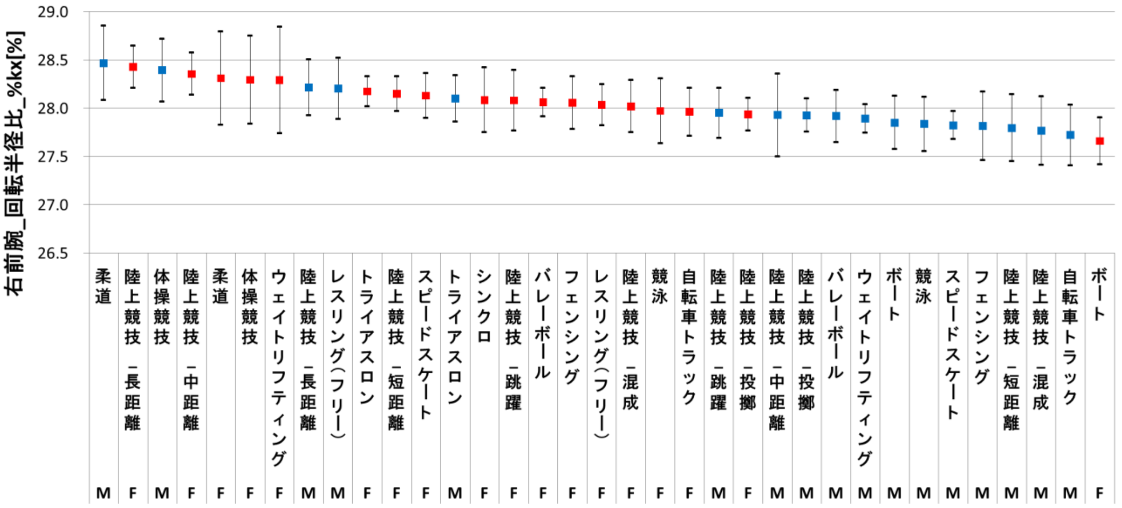


図 6-4　右前腕の左右軸まわりの回転半径比[%]

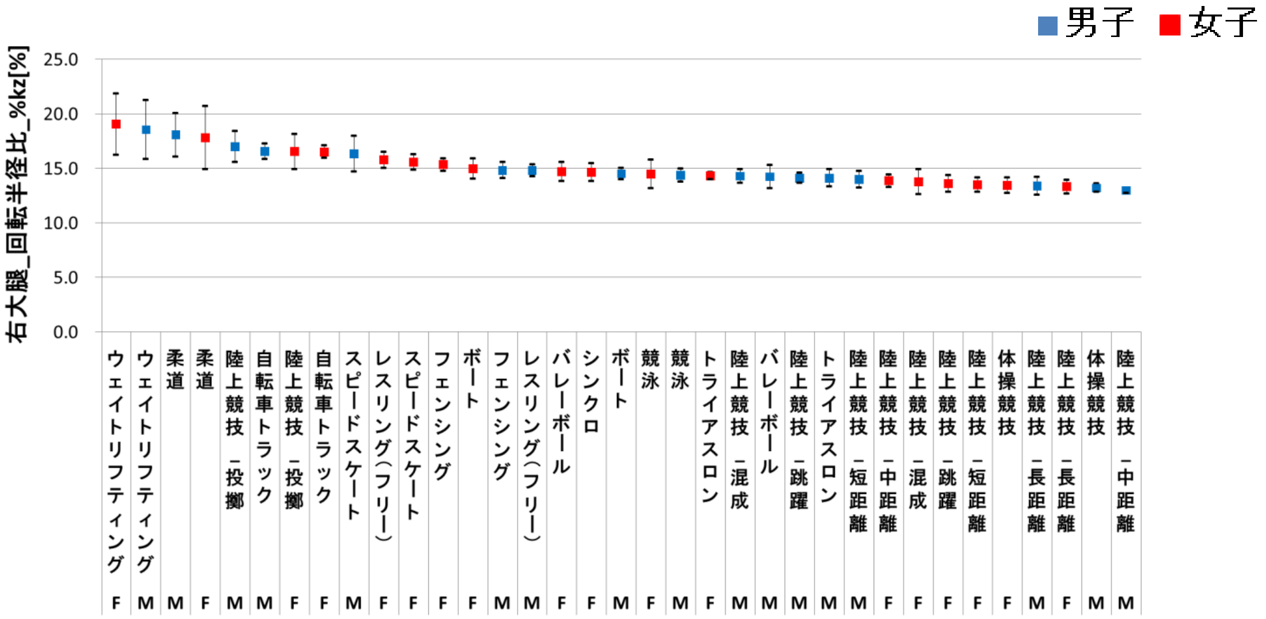


図 8-6　右大腿の上下軸まわりの回転半径比[%]

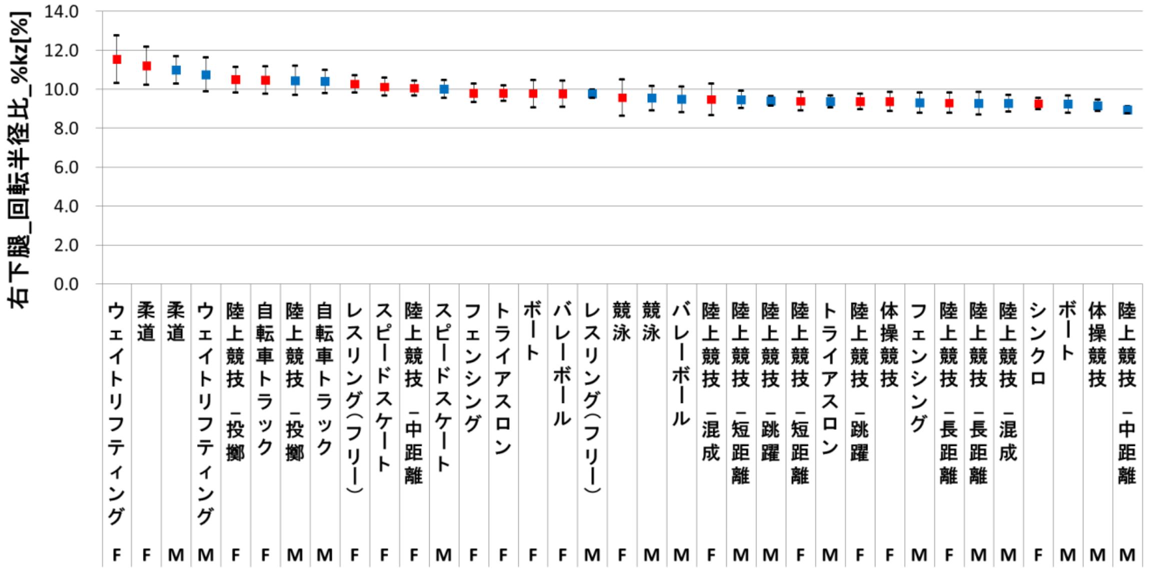


図 8-7　右下腿の上下軸まわりの回転半径比[%]

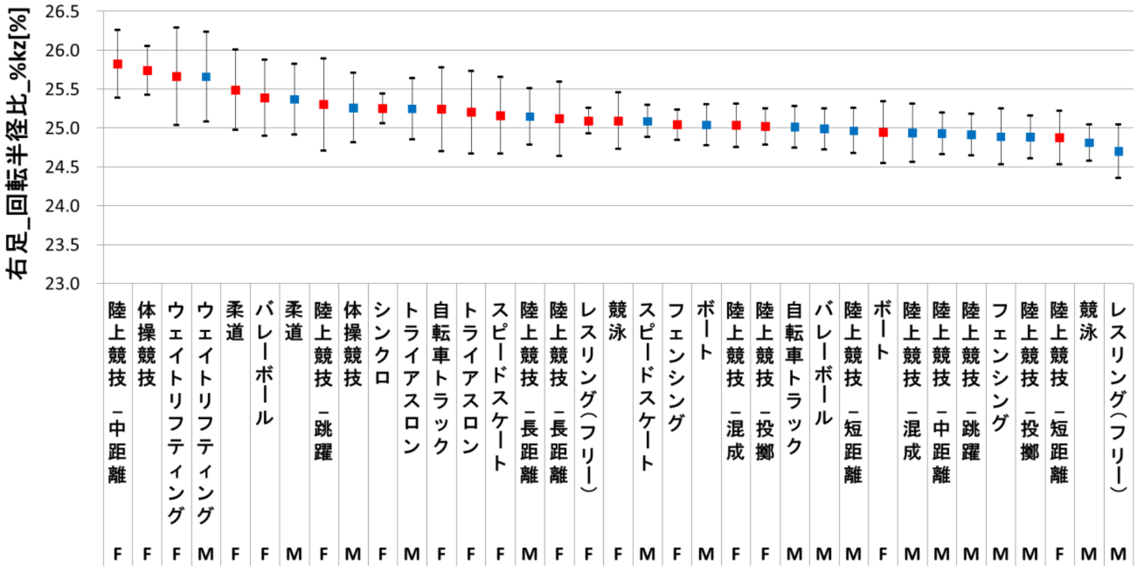


図 8-8　右足の上下軸まわりの回転半径比[%]

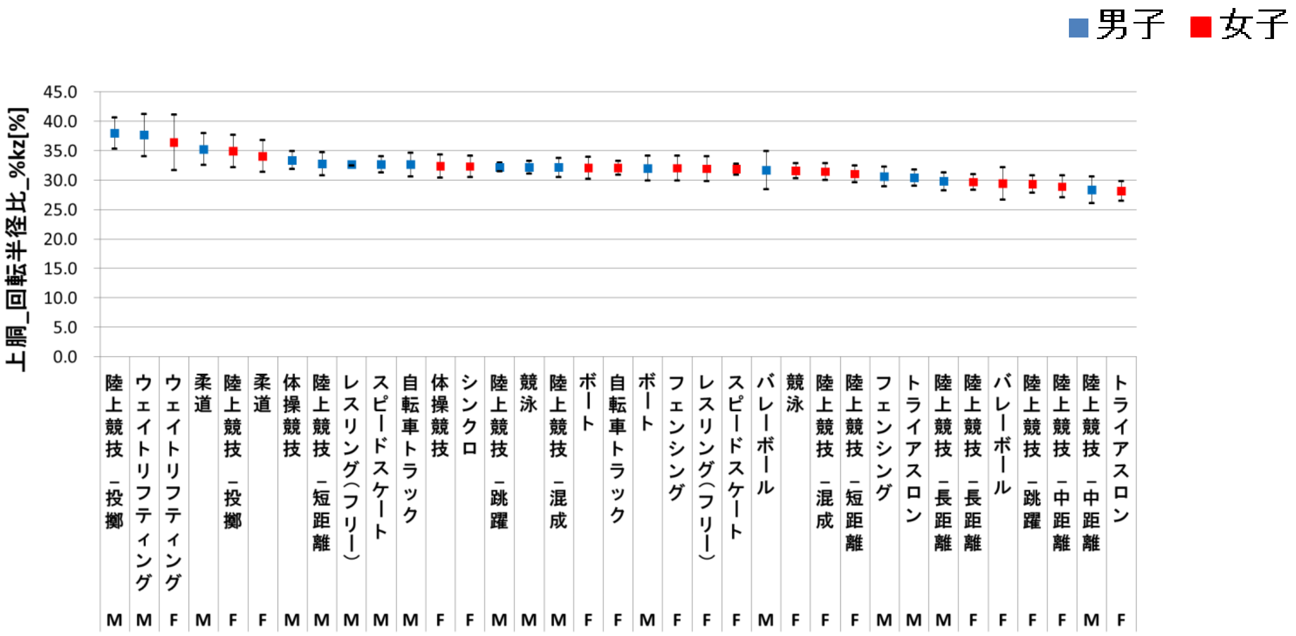


図 8-9　上胴の上下軸まわりの回転半径比[%]

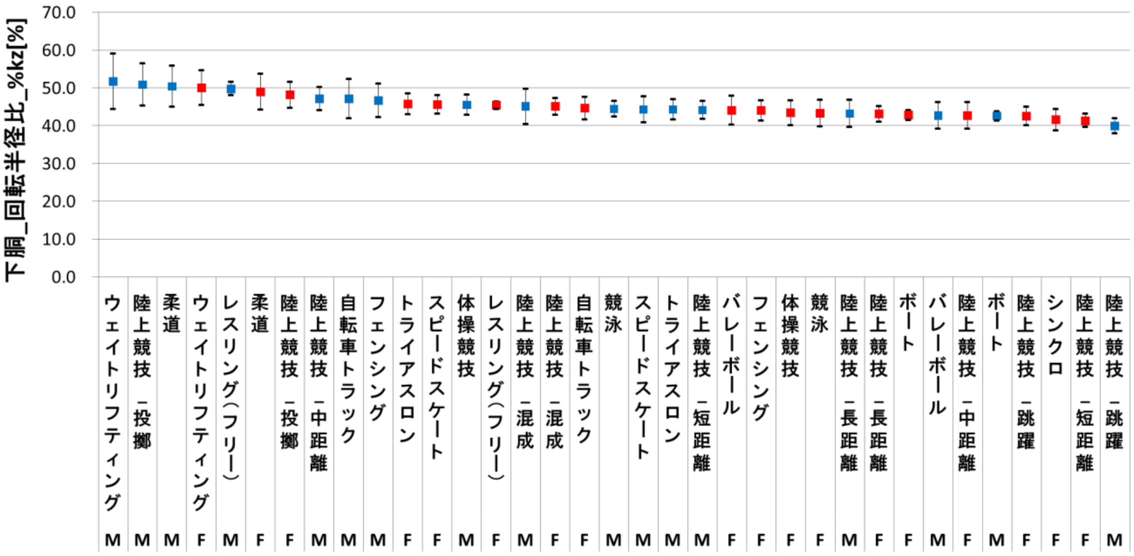


図 8-10　下胴の上下軸まわりの回転半径比[%]

付録Ｂ　２元配置分散分析＆多重比較

表 A-1-1　分散分析表_頭の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	21.2254	1	21.2254	141.4759	0.0000	**
種目	24.1295	16	1.5081	10.0521	0.0000	**
性別 * 種目	4.6388	16	0.2899	1.9325	0.0193	*
誤差	30.4558	203	0.1500			
全体	84.2133	236				

表 B-1-1　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_頭の質量[kg]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F			M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>F	M>>F

M>>F　男＞女 (p < 0.01)
M>F　男＞女 (p < 0.05)

M<<F　男＜女 (p < 0.01)
M<F　男＜女 (p < 0.05)

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート									<<							<
トライアスロン									<<							<
バレーボール										>					>>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>			>		>>	
体操競技																<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																

>>　行＞列 (p < 0.01)
>　行＞列 (p < 0.05)

<<　行＜列 (p < 0.01)
<　行＜列 (p < 0.05)

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																

>>　行＞列 (p < 0.01)
>　行＞列 (p < 0.05)

<<　行＜列 (p < 0.01)
<　行＜列 (p < 0.05)

表 A-1-2　分散分析表_胴体の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2906.8969	1	2906.8969	73.6724	0	**
種目	7277.7666	16	454.8604	11.528	0	**
性別＊種目	507.4301	16	31.7144	0.8038	0.6805	
誤差	8009.7823	203	39.4571			
全体	19349.1857	236				

表 B-1-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の質量[kg]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>						>>		>>	>	>>	>>	>>
スピードスケート									<							<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール										>						<
フェンシング									<							
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>		>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-1-3　分散分析表_右上腕の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	16.4499	1	16.4499	163.3702	0.0000	**
種目	36.2903	16	2.2681	22.5258	0.0000	**
性別＊種目	3.0884	16	0.1930	1.9170	0.0206	*
誤差	20.4403	203	0.1007			
全体	79.8017	236				

表 B-1-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の質量[kg]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F	M>F	M>F	M>>F	M>>F			M>>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>F	M>>F	M>>F		M>F	M>>F	M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>>	>>					>>		>>	>>	>>	>>	
スピードスケート									<<							<<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール															>>	
フェンシング									<							<<
ボート									<<							<<
レスリング(フリー)																<
競泳															>>	<
自転車トラック																<<
柔道										>		>	<<	<	<<	
体操競技																<<
陸上競技_混成																<<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										>>					>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<							
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>			>>	
体操競技																<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-1-4　分散分析表_右前腕の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	5.3399	1	5.3399	228.6301	0.0000	**
種目	9.1572	16	0.5723	24.5045	0.0000	**
性別＊種目	0.8106	16	0.0507	2.1691	0.0071	**
誤差	4.7412	203	0.0234			
全体	20.9276	236				

表 B-1-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の質量[kg]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F	M>F	M>F	M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p < 0.01）
M>F　男＞女（p < 0.05）

M<<F　男＜女（p < 0.01）
M<F　男＜女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>>	>>		>			>>	>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート									<<							<<
トライアスロン			<						<<							<<
バレーボール															>>	
フェンシング									<<							<<
ボート									<							<<
レスリング(フリー)																
競泳									<							<<
自転車トラック															>	
柔道										>>		>>	>>	>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成															>	<<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）

<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング															>	
スピードスケート																
トライアスロン									<<							
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>		>	>>	
体操競技																<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）

<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

表 A-1-5　分散分析表_右手の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.7488	1	0.7488	301.6194	0.0000	**
種目	0.6585	16	0.0412	16.5768	0.0000	**
性別 * 種目	0.0787	16	0.0049	1.9818	0.0158	*
誤差	0.5040	203	0.0025			
全体	2.0966	236				

表 B-1-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の質量[kg]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F	M>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>											>		>>	
スピードスケート			<<						<<							<<
トライアスロン			<						<<							<<
バレーボール													>		>>	
フェンシング									<<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳									<							
自転車トラック																
柔道												<	<<	<	<<	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン									<							
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-1-6　分散分析表_右大腿の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	141.1105	1	141.1105	84.0845	0	**
種目	573.9992	16	35.875	21.3771	0	**
性別＊種目	42.2946	16	2.6434	1.5751	0.0779	
誤差	340.6744	203	1.6782			
全体	1129.3649	236				

表 B-1-6　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の質量[kg]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>>								>>			>>	>	>>	
スピードスケート										>>					>>	<
トライアスロン			<					<	<<							<<
バレーボール										>>			>		>>	
フェンシング										>>						<<
ボート										>>						<<
レスリング(フリー)																<<
競泳										>>						<<
自転車トラック										>>					>>	
柔道										>>					>>	
体操競技											<<	<				<<
陸上競技_混成															>>	
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-1-7　分散分析表_右下腿の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	16.1275	1	16.1275	57.9661	0	**
種目	54.4372	16	3.4023	12.2287	0	**
性別＊種目	5.0514	16	0.3157	1.1348	0.325	
誤差	56.4794	203	0.2782			
全体	136.6171	236				

表 B-1-7　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の質量[kg]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>								>>					>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<<							<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング									<							<
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳									<							<<
自転車トラック										>						
柔道										>>					>>	
体操競技											<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-1-8　分散分析表_右足の質量[kg]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	16.1275	1	16.1275	57.9661	0	**
種目	54.4372	16	3.4023	12.2287	0	**
性別＊種目	5.0514	16	0.3157	1.1348	0.325	
誤差	56.4794	203	0.2782			
全体	136.6171	236				

表 B-1-8　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の質量[kg]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>								>>					>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<<							<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング									<							<
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳									<							<<
自転車トラック										>						
柔道										>>					>>	
体操競技											<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-1-9　分散分析表_上胴の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	1627.6061	1	1627.6061	153.7989	0.0000	**
種目	2063.4584	16	128.9662	12.1865	0.0000	**
性別＊種目	184.9404	16	11.5588	1.0922	0.3643	
誤差	2148.2861	203	10.5827			
全体	6318.3837	236				

表 B-1-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の質量[kg]

M>>F

M>>F	男＞女（p < 0.01）
M>F	男＞女（p < 0.05）
M<<F	男＜女（p < 0.01）
M<F	男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>>						>>		>>	>	>>	>>	
スピードスケート									<<							<<
トライアスロン									<<							<
バレーボール										>						
フェンシング									<<							<
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>>	>	>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p < 0.01）
>	行＞列（p < 0.05）
<<	行＜列（p < 0.01）
<	行＜列（p < 0.05）

表 A-1-10　分散分析表_下胴の質量[kg]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	184.2006	1	184.2006	18.2616	0	**
種目	1672.0814	16	104.5051	10.3606	0	**
性別＊種目	105.4985	16	6.5937	0.6537	0.8366	
誤差	2047.6199	203	10.0868			
全体	4078.3931	236				

表 B-1-10　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_下胴の質量[kg]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>	>>		>						>>		>	>		>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<<							<<
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-2-1　分散分析表_頭の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	282430.3979	1	282430.3979	143.5234	0.0000	**
種目	202507.8930	16	12656.7433	6.4318	0.0000	**
性別＊種目	57809.6628	16	3613.1039	1.8361	0.0286	*
誤差	399470.6234	203	1967.8356			
全体	979979.2081	236				

表 B-2-1　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_頭の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F			M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p < 0.01）
M>F　男＞女（p < 0.05）

M<<F　男＜女（p < 0.01）
M<F　男＜女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート			<						<							
トライアスロン			<						<							
バレーボール															>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>					>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）

<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）

<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

表 A-2-2　分散分析表_胴体の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	687185715.9	1	687185715.9	67.5996	0	**
種目	1458111780	16	91131986.23	8.9648	0	**
性別＊種目	137856848.7	16	8616053.041	0.8476	0.6304	
誤差	2063601379	203	10165524.04			
全体	4489366014	236				

表 B-2-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

M>>F

M>>F　男＞女（p < 0.01）
M>F　男＞女（p < 0.05）

M<<F　男＜女（p < 0.01）
M<F　男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>								>>					>>	
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール										>>					>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）

<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

表 A-2-3　分散分析表_右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	183632.0857	1	183632.0857	163.0147	0.0000	**
種目	238592.1207	16	14912.0075	13.2378	0.0000	**
性別＊種目	39428.9141	16	2464.3071	2.1876	0.0066	**
誤差	228674.5454	203	1126.4756			
全体	728371.2838	236				

表 B-2-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>F	M>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	＞	＞								＞					＞＞	
スピードスケート			＜						＜							＜＜
トライアスロン																＜＜
バレーボール															＞＞	
フェンシング																＜＜
ボート																＜＜
レスリング(フリー)																＜
競泳																＜
自転車トラック																＜＜
柔道															＞＞	
体操競技																＜＜
陸上競技_混成																＜
陸上競技_短距離																＜＜
陸上競技_中距離																＜＜
陸上競技_跳躍																＜＜
陸上競技_長距離																＜＜
陸上競技_投擲																

＞＞　行＞列（p＜0.01）
＞　行＞列（p＜0.05）

＜＜　行＜列（p＜0.01）
＜　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

＞＞　行＞列（p＜0.01）
＞　行＞列（p＜0.05）

＜＜　行＜列（p＜0.01）
＜　行＜列（p＜0.05）

表 A-2-4　分散分析表_右前腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	20381.6715	1	20381.6715	204.1963	0.0000	**
種目	22728.8834	16	1420.5552	14.2320	0.0000	**
性別＊種目	3703.6226	16	231.4764	2.3191	0.0037	**
誤差	20262.2679	203	99.8141			
全体	70108.0034	236				

表 B-2-4　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>													>>	
スピードスケート			<<						<<							<<
トライアスロン			<<						<<							<<
バレーボール															>>	
フェンシング																<
ボート																<
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道															>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

\>> 行＞列（p＜0.01）
\> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

\>> 行＞列（p＜0.01）
\> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-2-5　分散分析表_右手の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	971.3588	1	971.3588	242.4809	0.0000	**
種目	726.2886	16	45.3930	11.3315	0.0000	**
性別＊種目	120.3453	16	7.5216	1.8776	0.0242	*
誤差	813.2015	203	4.0059			
全体	2778.4590	236				

表 B-2-5　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右手の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>F	M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング															>	
スピードスケート			<<						<<							<<
トライアスロン			<						<<							
バレーボール													>		>>	
フェンシング									<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道													>>	>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-2-6　分散分析表_右大腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	8268521.5412	1	8268521.5412	91.7767	0.0000	**
種目	18900210.3573	16	1181263.1473	13.1115	0.0000	**
性別＊種目	2528197.6080	16	158012.3505	1.7539	0.0396	*
誤差	18289058.4949	203	90093.8842			
全体	49579167.2033	236				

表 B-2-6　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F		M>F			M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>F		M>>F			M>>F	M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）
M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング									>							
スピードスケート																<<
トライアスロン			<<													<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング																<<
ボート																<
レスリング(フリー)																<
競泳																<<
自転車トラック																
柔道																
体操競技											<<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール										>>						
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-2-7　分散分析表_右下腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	750430.6674	1	750430.6674	89.1441	0	**
種目	1189052.075	16	74315.7547	8.828	0	**
性別＊種目	173848.3044	16	10865.519	1.2907	0.2055	
誤差	1708890.081	203	8418.1777			
全体	3977885.173	236				

表 B-2-7　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

M>>F　男＞女（p ＜ 0.01）
M>F　男＞女（p ＜ 0.05）
M<<F　男＜女（p ＜ 0.01）
M<F　男＜女（p ＜ 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン			<<													<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>						
体操競技											<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p ＜ 0.01）
>　行＞列（p ＜ 0.05）
<<　行＜列（p ＜ 0.01）
<　行＜列（p ＜ 0.05）

表 A-2-8　分散分析表_右足の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	8686.5754	1	8686.5754	175.6745	0.0000	**
種目	8874.5673	16	554.6605	11.2173	0.0000	**
性別 * 種目	1389.9317	16	86.8707	1.7568	0.0391	*
誤差	10037.7381	203	49.4470			
全体	30875.8347	236				

表 B-2-8　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右足の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート			<<					<								<
トライアスロン			<<													
バレーボール				>>		>	>>			>>			>		>>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-2-9　分散分析表_上胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	70121897.74	1	70121897.74	108.1969	0	**
種目	86322823.99	16	5395176.5	8.3247	0	**
性別＊種目	10922899.9	16	682681.2438	1.0534	0.4025	
誤差	131563292.7	203	648095.0381			
全体	311125494.5	236				

表 B-2-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

M>>F	男＞女（$p < 0.01$）
M>F	男＞女（$p < 0.05$）
M<<F	男＜女（$p < 0.01$）
M<F	男＜女（$p < 0.05$）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>									>>					>>	
スピードスケート									<							
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>		>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（$p < 0.01$）
>	行＞列（$p < 0.05$）
<<	行＜列（$p < 0.01$）
<	行＜列（$p < 0.05$）

表 A-2-10　分散分析表_下胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3761686.151	1	3761686.151	11.8122	0.0007	**
種目	38846062.39	16	2427878.9	7.6238	0	**
性別 * 種目	2793426.585	16	174589.1615	0.5482	0.9183	
誤差	64647055.32	203	318458.4006			
全体	111654706.3	236				

表 B-2-10　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_下胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

M>>F	男＞女（p < 0.01）
M>F	男＞女（p < 0.05）
M<<F	男＜女（p < 0.01）
M<F	男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>	>>		>			>			>>		>		>	>>	
スピードスケート																
トライアスロン																<
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					<	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p < 0.01）
>	行＞列（p < 0.05）
<<	行＜列（p < 0.01）
<	行＜列（p < 0.05）

表 A-3-1　分散分析表_頭の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	247524.6920	1	247524.6920	148.4471	0.0000	**
種目	167873.1907	16	10492.0744	6.2924	0.0000	**
性別＊種目	51696.8365	16	3231.0523	1.9377	0.0189	*
誤差	338487.6143	203	1667.4267			
全体	845121.2127	236				

表 B-3-1　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_頭の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート			<						<							
トライアスロン			<						<							
バレーボール										>					>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>					>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-3-2　分散分析表_胴体の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	895792471.5	1	895792471.5	76.9535	0	**
種目	1751115320	16	109444707.5	9.4019	0	**
性別＊種目	174295467.4	16	10893466.71	0.9358	0.5292	
誤差	2363061831	203	11640698.68			
全体	5370200141	236				

表 B-3-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>								>>					>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<							<
バレーボール										>>					<	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-3-3　分散分析表_右上腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	159667.5897	1	159667.5897	169.1062	0.0000	**
種目	192046.3893	16	12002.8993	12.7124	0.0000	**
性別 * 種目	31870.7654	16	1991.9228	2.1097	0.0092	**
誤差	191669.6208	203	944.1853			
全体	607643.5215	236				

表 B-3-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>>F	M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女 (p < 0.01)
M>F　男＞女 (p < 0.05)
M<<F　男＜女 (p < 0.01)
M<F　男＜女 (p < 0.05)

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>														>>	
スピードスケート			<													<<
トライアスロン																<<
バレーボール										>					>>	
フェンシング																<<
ボート																<<
レスリング(フリー)																<
競泳																
自転車トラック																<<
柔道															>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列 (p < 0.01)
>　行＞列 (p < 0.05)

<<　行＜列 (p < 0.01)
<　行＜列 (p < 0.05)

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列 (p < 0.01)
>　行＞列 (p < 0.05)

<<　行＜列 (p < 0.01)
<　行＜列 (p < 0.05)

表 A-3-4　分散分析表_右前腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	21023.3915	1	21023.3915	195.1864	0.0000	**
種目	24900.4432	16	1556.2777	14.4489	0.0000	**
性別 * 種目	3888.7210	16	243.0451	2.2565	0.0049	**
誤差	21864.9931	203	107.7093			
全体	74707.2911	236				

表 B-3-4　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F	M>>F	M>F		M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p < 0.01）
M>F　男＞女（p < 0.05）
M<<F　男＜女（p < 0.01）
M<F　男＜女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>													>>	
スピードスケート			<<						<							<<
トライアスロン			<<						<<							<<
バレーボール															>>	
フェンシング																<<
ボート																
レスリング(フリー)																<
競泳																
自転車トラック															>	
柔道															>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）
<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）
<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

表 A-3-5　分散分析表_右手の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	671.9936	1	671.9936	223.4427	0.0000	**
種目	506.3104	16	31.6444	10.5220	0.0000	**
性別 * 種目	89.3733	16	5.5858	1.8573	0.0262	*
誤差	610.5131	203	3.0075			
全体	1984.9518	236				

表 B-3-5　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右手の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>F	M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男>女（p < 0.01）
M>F　男>女（p < 0.05）

M<<F　男<女（p < 0.01）
M<F　男<女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート			<<						<<							<
トライアスロン			<						<<							
バレーボール													>		>>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道													>		>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行>列（p < 0.01）
>　行>列（p < 0.05）

<<　行<列（p < 0.01）
<　行<列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行>列（p < 0.01）
>　行>列（p < 0.05）

<<　行<列（p < 0.01）
<　行<列（p < 0.05）

表 A-3-6　分散分析表_右大腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	7292422.7334	1	7292422.7334	91.7355	0.0000	**
種目	16363970.7188	16	1022748.1699	12.8657	0.0000	**
性別 * 種目	2171443.2420	16	135715.2026	1.7072	0.0474	*
誤差	16137290.7168	203	79494.0429			
全体	43330449.5406	236				

表 B-3-6　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F		M>F		M>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>F		M>>F			M>>F	M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										>						
スピードスケート			<													<<
トライアスロン			<<													<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング																<
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																<
自転車トラック																
柔道																
体操競技											<<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール										>>						
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-3-7　分散分析表_右下腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	724873.8771	1	724873.8771	86.5779	0	**
種目	1176754.449	16	73547.153	8.7844	0	**
性別＊種目	170663.173	16	10666.4483	1.274	0.2165	
誤差	1699617.837	203	8372.5017			
全体	3922329.804	236				

表 B-3-7　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン			<<													<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>						
体操競技											<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-3-8　分散分析表_右足の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	418.2929	1	418.2929	175.8634	0	**
種目	435.3195	16	27.2075	11.4389	0	**
性別＊種目	57.8216	16	3.6139	1.5194	0.0953	
誤差	482.8375	203	2.3785			
全体	1480.3115	236				

表 B-3-8　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p < 0.01）
M>F	男＞女（p < 0.05）
M<<F	男＜女（p < 0.01）
M<F	男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート			<						<							
トライアスロン			<<						<<							<<
バレーボール				>		>	>>			>>					>>	
フェンシング									<							<
ボート																
レスリング(フリー)									<							
競泳									<<							<<
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p < 0.01）
>	行＞列（p < 0.05）
<<	行＜列（p < 0.01）
<	行＜列（p < 0.05）

表 A-3-9　分散分析表_上胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	139643276.9	1	139643276.9	134.9864	0	**
種目	158145629.2	16	9884101.824	9.5545	0	**
性別＊種目	21452494.54	16	1340780.909	1.2961	0.2021	
誤差	210003218.3	203	1034498.612			
全体	554758012.9	236				

表 B-3-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>									>>		>		>	>>	
スピードスケート									<<							<
トライアスロン									<							
バレーボール																
フェンシング									<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>		>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-3-10　分散分析表_下胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3926599.422	1	3926599.422	11.5962	0.0008	**
種目	42706837.63	16	2669177.352	7.8827	0	**
性別 * 種目	2700321.65	16	168770.1031	0.4984	0.9462	
誤差	68738079.83	203	338611.2307			
全体	119670202.3	236				

表 B-3-10　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_下胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p ＜ 0.01）
M>F	男＞女（p ＜ 0.05）
M<<F	男＜女（p ＜ 0.01）
M<F	男＜女（p ＜ 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>>								>>					>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<							<
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p ＜ 0.01）
>	行＞列（p ＜ 0.05）
<<	行＜列（p ＜ 0.01）
<	行＜列（p ＜ 0.05）

表 A-4-1　分散分析表_頭の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	62812.6557	1	62812.6557	108.2195	0.0000	**
種目	94964.4999	16	5935.2812	10.2259	0.0000	**
性別＊種目	17116.3051	16	1069.7691	1.8431	0.0278	*
誤差	117825.1001	203	580.4192			
全体	303791.7625	236				

表 B-4-1　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_頭の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F	M>F			M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>F	M>F	M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）
M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート									<<							<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール															>	
フェンシング																
ボート									<							
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>	>>		>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

\>> 行＞列（p＜0.01）
\> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

\>> 行＞列（p＜0.01）
\> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-4-2　分散分析表_胴体の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	82318227.29	1	82318227.29	36.642	0	**
種目	305706734.2	16	19106670.89	8.5049	0	**
性別＊種目	25993889.51	16	1624618.094	0.7232	0.7686	
誤差	456050195.1	203	2246552.686			
全体	892340198.7	236				

表 B-4-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>						>>		>		>	>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<							
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-4-3　分散分析表_右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	7762.2682	1	7762.2682	88.7964	0.0000	**
種目	25620.4985	16	1601.2812	18.3178	0.0000	**
性別 * 種目	2986.0168	16	186.6260	2.1349	0.0083	**
誤差	17745.5480	203	87.4165			
全体	56267.1678	236				

表 B-4-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F				M>F	

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>F	M>F				M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>>	>>		>	>		>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート									<<							<<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール																<
フェンシング									<<							<<
ボート									<<							<<
レスリング（フリー）																
競泳																<
自転車トラック																<<
柔道										>>	>>	>>	>>	>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																<<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-4-4　分散分析表_右前腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	884.4714	1	884.4714	137.0634	0.0000	**
種目	1970.8235	16	123.1765	19.0882	0.0000	**
性別 * 種目	263.6187	16	16.4762	2.5533	0.0013	**
誤差	1309.9605	203	6.4530			
全体	4596.6021	236				

表 B-4-4　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F	M>F			M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>F		M>>F

M>>F　男＞女（p < 0.01）
M>F　男＞女（p < 0.05）
M<<F　男＜女（p < 0.01）
M<F　男＜女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>	>>	>>		>>			>>	>>	>>	>>	>>	>>	
	スピードスケート								<<							<<
		トライアスロン							<<							<<
			バレーボール												>	
				フェンシング					<<							<<
					ボート				<<							<<
						レスリング(フリー)										
							競泳		<<							<<
								自転車トラック								
									柔道	>>	>>	>>	>>	>>	>>	
										体操競技						<<
											陸上競技_混成					<<
												陸上競技_短距離				<<
													陸上競技_中距離			<<
														陸上競技_跳躍		<<
															陸上競技_長距離	<<
																陸上競技_投擲

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）
<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
	スピードスケート															
		トライアスロン														
			バレーボール													
				フェンシング												
					ボート											
						レスリング(フリー)										
							競泳									
								自転車トラック								
									柔道	>					>>	
										体操競技						
											陸上競技_混成					
												陸上競技_短距離				
													陸上競技_中距離			
														陸上競技_跳躍		
															陸上競技_長距離	
																陸上競技_投擲

>>　行＞列（p < 0.01）
>　行＞列（p < 0.05）
<<　行＜列（p < 0.01）
<　行＜列（p < 0.05）

表 A-4-5　分散分析表_右手の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	84.4156	1	84.4156	287.8316	0.0000	**
種目	76.6864	16	4.7929	16.3423	0.0000	**
性別＊種目	10.3564	16	0.6473	2.2070	0.0060	**
誤差	59.5361	203	0.2933			
全体	241.7967	236				

表 B-4-5　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右手の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F	M>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M>>F	M>>F	M>>F	M>>F		M>>F	M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>								>	>		>>	
スピードスケート			<<						<<							<<
トライアスロン			<<						<<							<<
バレーボール															>>	
フェンシング									<<							<
ボート									<							
レスリング(フリー)																
競泳									<<							
自転車トラック																
柔道											>	>>	>>	>>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）
<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>					>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）
<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-4-6　分散分析表_右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	627784.1871	1	627784.1871	48.7027	0	**
種目	3707697.707	16	231731.1067	17.9774	0	**
性別 * 種目	338128.0144	16	21133.0009	1.6395	0.0614	
誤差	2616695.19	203	12890.1241			
全体	7479988.73	236				

表 B-4-6　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>>		>>	>>	>	>>			>>		>>	>>	>>	>>	
スピードスケート										>						<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール										>>					>>	
フェンシング																<<
ボート																<<
レスリング(フリー)																<
競泳																<<
自転車トラック										>>					>>	
柔道										>>		>	>	>	>>	
体操競技											<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-4-7　分散分析表_右下腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	8283.3898	1	8283.3898	29.2776	0	**
種目	46346.2258	16	2896.6391	10.2382	0	**
性別＊種目	4209.9246	16	263.1203	0.93	0.5358	
誤差	57433.9674	203	282.9259			
全体	118981.4952	236				

表 B-4-7　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M＞＞F

- M＞＞F　男＞女（p＜0.01）
- M＞F　男＞女（p＜0.05）
- M＜＜F　男＜女（p＜0.01）
- M＜F　男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		＞								＞＞					＞＞	
スピードスケート																
トライアスロン									＜＜							＜＜
バレーボール										＞						
フェンシング									＜							＜
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳									＜＜							＜
自転車トラック																
柔道										＞＞				＞	＞＞	
体操競技																＜＜
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																＜
陸上競技_長距離																＜＜
陸上競技_投擲																

- ＞＞　行＞列（p＜0.01）
- ＞　行＞列（p＜0.05）
- ＜＜　行＜列（p＜0.01）
- ＜　行＜列（p＜0.05）

表 A-4-8　分散分析表_右足の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	9792.4865	1	9792.4865	175.1621	0	**
種目	10024.8538	16	626.5534	11.2074	0	**
性別 * 種目	1512.2364	16	94.5148	1.6906	0.0506	
誤差	11348.7709	203	55.9053			
全体	34784.3826	236				

表 B-4-8　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート			<<													<
トライアスロン			<<						<							<<
バレーボール				>>		>>	>>			>>		>		>>	>>	
フェンシング																
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳																<
自転車トラック																
柔道										>>					>>	
体操競技											<					<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-4-9　分散分析表_上胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	49125598.94	1	49125598.94	76.9576	0	**
種目	94452113.05	16	5903257.066	9.2477	0	**
性別＊種目	11803724.9	16	737732.8061	1.1557	0.3067	
誤差	129584344.5	203	638346.5246			
全体	295685128.8	236				

表 B-4-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>		>						>>		>		>>	>>	
スピードスケート									<							
トライアスロン									<<							<
バレーボール																
フェンシング									<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>>		>		>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-4-10　分散分析表_下胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3720956.91	1	3720956.91	7.2723	0.0076	**
種目	59601872.49	16	3725117.031	7.2805	0	**
性別＊種目	3736285.624	16	233517.8515	0.4564	0.9643	
誤差	103866777.3	203	511659.0015			
全体	172931636.8	236				

表 B-4-10　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_下胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>	>>		>	>		>			>>		>>		>	>>	
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳																
自転車トラック																
柔道										>					>	
体操競技																<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-5-1　分散分析表_頭の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	41.9964	1	41.9964	76.8187	0	**
種目	166.8501	16	10.4281	19.0749	0	**
性別＊種目	13.8452	16	0.8653	1.5828	0.0758	
誤差	110.9791	203	0.5467			
全体	341.3446	236				

表 B-5-1　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_頭の質量比[%]

M<<F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		<<								<<		<	<	<	<<	
スピードスケート										<<					<<	
トライアスロン										<						>>
バレーボール										<<					<<	
フェンシング										<<						>>
ボート										<<					<	
レスリング(フリー)																>
競泳										<<					<	
自転車トラック										<<					<<	
柔道										<<						
体操競技											>>	>>		>		>>
陸上競技_混成															<<	
陸上競技_短距離																>>
陸上競技_中距離																>>
陸上競技_跳躍																>>
陸上競技_長距離																>>
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-5-2　分散分析表_胴体の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	117.945	1	117.945	29.4852	0	**
種目	301.7708	16	18.8607	4.715	0	**
性別 * 種目	36.9406	16	2.3088	0.5772	0.8988	
誤差	812.0276	203	4.0001			
全体	1294.505	236				

表 B-5-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の質量比[%]

M>>F

M>>F 男>女（p < 0.01）
M>F 男>女（p < 0.05）

M<<F 男<女（p < 0.01）
M<F 男<女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
	スピードスケート															
		トライアスロン														
			バレーボール													
				フェンシング												
					ボート											
						レスリング(フリー)										
							競泳									
								自転車トラック								
									柔道							
										体操競技						
											陸上競技_混成					
												陸上競技_短距離				
													陸上競技_中距離			
														陸上競技_跳躍		
															陸上競技_長距離	
																陸上競技_投擲

>> 行>列（p < 0.01）
> 行>列（p < 0.05）

<< 行<列（p < 0.01）
< 行<列（p < 0.05）

表 A-5-3　分散分析表_右上腕の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3.3468	1	3.3468	94.4820	0.0000	**
種目	10.8108	16	0.6757	19.0746	0.0000	**
性別 * 種目	1.7208	16	0.1076	3.0362	0.0001	**
誤差	7.1908	203	0.0354			
全体	23.5254	236				

表 B-5-3　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の質量比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック
M>F	M>F	M>F	M>F	M>>F			M>F	

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F	M>F	M>>F	M>F		M>>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング															>>	
スピードスケート										<<						
トライアスロン										<<						
バレーボール										<						
フェンシング										<						
ボート							<			<<						
レスリング（フリー）																
競泳								>							>>	
自転車トラック										<<						<
柔道															>>	
体操競技											>>	>>	>>	>>		
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング															>>	
スピードスケート									<<							
トライアスロン									<							
バレーボール																
フェンシング									<							
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳													>>		>>	
自転車トラック																
柔道													>>	>>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-5-4　分散分析表_右前腕の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	1.4455	1	1.4455	153.9894	0.0000	**
種目	3.4147	16	0.2134	22.7350	0.0000	**
性別＊種目	0.2998	16	0.0187	1.9963	0.0148	*
誤差	1.9056	203	0.0094			
全体	7.1390	236				

表 B-5-4　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の質量比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F		M>F	M>>F	M>>F		M>F	M>>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F	M>>F	M>>F	M>F	M>>F	M>>F	M>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>	>													>>	
スピードスケート									<	<<						
トライアスロン									<	<<						
バレーボール										<<						
フェンシング										<<					>>	
ボート										<<					>	
レスリング(フリー)															>>	
競泳										<<						
自転車トラック										<<						
柔道															>>	
体操競技											>>	>>	>>	>>	>>	>
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート									<							
トライアスロン									<<	<						
バレーボール																
フェンシング																
ボート															>>	
レスリング(フリー)															>>	
競泳									<							
自転車トラック																
柔道												>		>	>>	
体操競技															>>	
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-5-5　分散分析表_右手の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.1405	1	0.1405	56.7439	0.0000	**
種目	0.5491	16	0.0343	13.8608	0.0000	**
性別 * 種目	0.0721	16	0.0045	1.8207	0.0304	*
誤差	0.5026	203	0.0025			
全体	1.2724	236				

表 B-5-5　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右手の質量比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
		M>>F		M>>F	M>>F	M>>F	M>>F	M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F	M>F					

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										<<						
スピードスケート										<<						
トライアスロン										<<						
バレーボール										<<						
フェンシング										<<						
ボート										<<						
レスリング(フリー)																
競泳										<<						
自転車トラック										<<						
柔道										<<						
体操競技											>>	>>	>>	>>	>>	>>
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										<						
スピードスケート										<						
トライアスロン										<						
バレーボール																
フェンシング										<						
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳										<<						
自転車トラック										<<						
柔道																
体操競技											>			>>		
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-5-6　分散分析表_右大腿の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	18.394	1	18.394	35.2559	0	**
種目	113.066	16	7.0666	13.5446	0	**
性別＊種目	10.2999	16	0.6437	1.2339	0.2446	
誤差	105.911	203	0.5217			
全体	249.3761	236				

表 B-5-6　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の質量比[%]

M<<F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	＜															
スピードスケート							＞＞		＞＞	＞＞					＞＞	
トライアスロン																
バレーボール									＞	＞＞						
フェンシング									＞＞	＞＞					＞	
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック									＞＞	＞＞					＞	
柔道											＜＜					
体操競技											＜＜	＜＜		＜		
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

＞＞ 行＞列（p＜0.01）
＞ 行＞列（p＜0.05）

＜＜ 行＜列（p＜0.01）
＜ 行＜列（p＜0.05）

表 A-5-7　分散分析表_右下腿の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2.3872	1	2.3872	25.3846	0	**
種目	7.1298	16	0.4456	4.7384	0	**
性別＊種目	1.4364	16	0.0898	0.9546	0.508	
誤差	19.0908	203	0.094			
全体	30.0136	236				

表 B-5-7　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の質量比[%]

M<<F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング													<			
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳													<			
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-5-8　分散分析表_右足の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.0222	1	0.0222	2.0122	0.1576	
種目	2.1967	16	0.1373	12.4490	0.0000	**
性別 * 種目	0.4112	16	0.0257	2.3301	0.0035	**
誤差	2.2388	203	0.0110			
全体	4.9140	236				

表 B-5-8　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右足の質量比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
		M>F		M>F				

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M<F			M<F	M>F		M<F

M>>F 男>女（p < 0.01）
M>F 男>女（p < 0.05）
M<<F 男<女（p < 0.01）
M<F 男<女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		<	<		<					<				<	<<	
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																>
陸上競技_投擲																

\>> 行>列（p < 0.01）
\> 行>列（p < 0.05）

<< 行<列（p < 0.01）
< 行<列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										<<			<<		<	
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング										<			<			
ボート																
レスリング(フリー)										<			<			
競泳										<<			<<		<	
自転車トラック																
柔道													<			
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

\>> 行>列（p < 0.01）
\> 行>列（p < 0.05）

<< 行<列（p < 0.01）
< 行<列（p < 0.05）

表 A-5-9　分散分析表_上胴の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	374.134	1	374.134	313.4377	0	**
種目	250.6176	16	15.6636	13.1225	0	**
性別＊種目	31.2404	16	1.9525	1.6358	0.0622	
誤差	242.3104	203	1.1936			
全体	956.4886	236				

表 B-5-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の質量比[%]

M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート		<<				<	<<		<<	<<						
トライアスロン			>	>>				>>				>>		>>		
バレーボール							<<									
フェンシング							<<									
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳								>>				>>		>>		
自転車トラック									<<	<<						
柔道																
体操競技												>				
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-5-10　分散分析表_下胴の質量比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	71.9494	1	71.9494	26.9275	0	**
種目	200.2205	16	12.5138	4.6833	0	**
性別＊種目	42.6188	16	2.6637	0.9969	0.4616	
誤差	542.4105	203	2.672			
全体	851.6698	236				

表 B-5-10　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_下胴の質量比[%]

M＜＜F

M＞＞F　男＞女（p＜0.01）
M＞F　男＞女（p＜0.05）

M＜＜F　男＜女（p＜0.01）
M＜F　男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										＞						
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																＜
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

＞＞　行＞列（p＜0.01）
＞　行＞列（p＜0.05）

＜＜　行＜列（p＜0.01）
＜　行＜列（p＜0.05）

表 A-6-1　分散分析表_頭の質量中心比[%]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	1927.6127	1	1927.6127	101.1781	0.0000	**
種目	697.5469	16	43.5967	2.2883	0.0042	**
性別 * 種目	520.3530	16	32.5221	1.7070	0.0475	*
誤差	3867.4904	203	19.0517			
全体	7213.0124	236				

表 B-6-1　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_頭の質量中心比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M>>F			M>>F	M>F	M>>F		M>>F	M>>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>F		M>>F	M>>F	M>>F	M>F	M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

\>>　行＞列（p＜0.01）
\>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

\>>　行＞列（p＜0.01）
\>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-6-2　分散分析表_胴体の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	295.9076	1	295.9076	171.4622	0	**
種目	198.3401	16	12.3963	7.183	0	**
性別 * 種目	30.2526	16	1.8908	1.0956	0.3611	
誤差	350.3352	203	1.7258			
全体	916.2249	236				

表 B-6-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の質量中心比[%]

M<<F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート							>			>>						
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング										>						
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳								<								
自転車トラック										>>	>					
柔道																
体操競技															<	
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-6-3　分散分析表_右上腕の質量中心比[%]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2.5557	1	2.5557	1.3934	0.2392	
種目	87.179	16	5.4487	2.9706	0.0002	**
性別＊種目	33.0727	16	2.067	1.1269	0.332	
誤差	372.3463	203	1.8342			
全体	502.1481	236				

表 B-6-3　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の質量中心比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート						>										
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

- >> 行＞列（p＜0.01）
- > 行＞列（p＜0.05）
- << 行＜列（p＜0.01）
- < 行＜列（p＜0.05）

表 A-6-4　分散分析表_右前腕の質量中心比[%]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	8.5223	1	8.5223	17.6819	0.0000	**
種目	36.8530	16	2.3033	4.7789	0.0000	**
性別 * 種目	14.9440	16	0.9340	1.9379	0.0189	*
誤差	97.8412	203	0.4820			
全体	158.1122	236				

表 B-6-4　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の質量中心比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
	M<<F		M<F	M<F				M<F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M<F				M<F			

M>>F 男>女（p < 0.01）
M>F 男>女（p < 0.05）
M<<F 男<女（p < 0.01）
M<F 男<女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール										<						
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技											>	>				
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行>列（p < 0.01）
> 行>列（p < 0.05）
<< 行<列（p < 0.01）
< 行<列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行>列（p < 0.01）
> 行>列（p < 0.05）
<< 行<列（p < 0.01）
< 行<列（p < 0.05）

表 A-6-5　分散分析表_右手の質量中心比[%]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	4.5865	1	4.5865	0.4097	0.5228	
種目	367.6176	16	22.9761	2.0525	0.0117	*
性別 * 種目	141.5929	16	8.8496	0.7906	0.6954	
誤差	2272.3711	203	11.1939			
全体	2794.9178	236				

表 B-6-5　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右手の質量中心比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p ＜ 0.01）
>	行＞列（p ＜ 0.05）
<<	行＜列（p ＜ 0.01）
<	行＜列（p ＜ 0.05）

表 A-6-6　分散分析表_右大腿の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	1.1555	1	1.1555	1.1698	0.2807	
種目	178.7681	16	11.173	11.3119	0	**
性別＊種目	14.031	16	0.8769	0.8878	0.584	
誤差	200.508	203	0.9877			
全体	392.6802	236				

表 B-6-6　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の質量中心比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>>					>>			>>	>>	>>	>	>>	>>	
スピードスケート																
トライアスロン									<							
バレーボール															>	
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック														>	>>	
柔道										>		>>		>>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p < 0.01）
> 行＞列（p < 0.05）

<< 行＜列（p < 0.01）
< 行＜列（p < 0.05）

表 A-6-7　分散分析表_右下腿の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.694	1	0.694	1.0777	0.3005	
種目	22.2113	16	1.3882	2.1555	0.0076	**
性別＊種目	4.8704	16	0.3044	0.4727	0.9579	
誤差	130.7381	203	0.644			
全体	157.8855	236				

表 B-6-7　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の質量中心比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-6-8　分散分析表_右足の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	1.5147	1	1.5147	1.7581	0.1864	
種目	51.4774	16	3.2173	3.7342	0	**
性別＊種目	15.8988	16	0.9937	1.1533	0.3088	
誤差	174.9042	203	0.8616			
全体	244.801	236				

表 B-6-8　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の質量中心比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-6-9　分散分析表_上胴の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	97.6511	1	97.6511	29.5128	0.0000	**
種目	185.6891	16	11.6056	3.5075	0.0000	**
性別 * 種目	90.3843	16	5.6490	1.7073	0.0474	*
誤差	671.6811	203	3.3088			
全体	1039.5191	236				

表 B-6-9　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_上胴の質量中心比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M<F	M<F							

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M<<F				M<<F		

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-6-10　分散分析表_下胴の質量中心比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	69.7989	1	69.7989	13.0640	0.0004	**
種目	545.7500	16	34.1094	6.3841	0.0000	**
性別 * 種目	192.6494	16	12.0406	2.2536	0.0049	**
誤差	1084.5943	203	5.3428			
全体	1923.5042	236				

表 B-6-10　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_下胴の質量中心比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
M<F		M<<F						

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
M<F	M>>F				M<F		

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										<<						
スピードスケート																
トライアスロン										<<						
バレーボール																
フェンシング																
ボート										<<						
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道										<<						
体操競技											>			>		>>
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-7-1　分散分析表_頭の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	359.7219	1	359.7219	51.4585	0	**
種目	166.983	16	10.4364	1.4929	0.1047	
性別＊種目	147.7436	16	9.234	1.3209	0.1868	
誤差	1419.0757	203	6.9905			
全体	2103.167	236				

表 B-7-1　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_頭の左右軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F 男＞女（p < 0.01）
M>F 男＞女（p < 0.05）

M<<F 男＜女（p < 0.01）
M<F 男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
	スピードスケート															
		トライアスロン														
			バレーボール													
				フェンシング												
					ボート											
						レスリング(フリー)										
							競泳									
								自転車トラック								
									柔道							
										体操競技						
											陸上競技_混成					
												陸上競技_短距離				
													陸上競技_中距離			
														陸上競技_跳躍		
															陸上競技_長距離	
																陸上競技_投擲

>> 行＞列（p < 0.01）
> 行＞列（p < 0.05）

<< 行＜列（p < 0.01）
< 行＜列（p < 0.05）

表 A-7-2　分散分析表_胴体の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.0460	1	0.0460	0.0935	0.7601	
種目	33.5080	16	2.0943	4.2533	0.0000	**
性別 * 種目	20.3169	16	1.2698	2.5789	0.0012	**
誤差	99.9547	203	0.4924			
全体	153.0354	236				

表 B-7-2　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_胴体の左右軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F	M>F					

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン										<						
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-7-3　分散分析表_右上腕の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	11.5834	1	11.5834	14.6134	0.0002	**
種目	109.4338	16	6.8396	8.6288	0	**
性別＊種目	11.8246	16	0.739	0.9324	0.5331	
誤差	160.9081	203	0.7927			
全体	299.1984	236				

表 B-7-3　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の左右軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>		>>	>		>>	>	>>		>>	>>	
スピードスケート						<			<							
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)							>			>					>	
競泳																
自転車トラック																
柔道										>					>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-7-4　分散分析表_右前腕の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.971	1	0.971	10.9696	0.0011	**
種目	7.8977	16	0.4936	5.5762	0	**
性別 * 種目	1.8986	16	0.1187	1.3406	0.1754	
誤差	17.9695	203	0.0885			
全体	28.671	236				

表 B-7-4　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の左右軸回りの回転半径比[%]

M<<F

M>>F 男＞女（p < 0.01）
M>F 男＞女（p < 0.05）

M<<F 男＜女（p < 0.01）
M<F 男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート									＜	＜					＜	
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

＞＞ 行＞列（p < 0.01）
＞ 行＞列（p < 0.05）

＜＜ 行＜列（p < 0.01）
＜ 行＜列（p < 0.05）

表 A-7-5　分散分析表_右手の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.021	1	0.021	0.0026	0.9592	
種目	238.4718	16	14.9045	1.8596	0.026	*
性別＊種目	96.1915	16	6.012	0.7501	0.74	
誤差	1627.0469	203	8.015			
全体	1966.9147	236				

表 B-7-5　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右手の左右軸回りの回転半径比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
	スピードスケート															
		トライアスロン														
			バレーボール													
				フェンシング												
					ボート											
						レスリング(フリー)										
							競泳									
								自転車トラック								
									柔道							
										体操競技						
											陸上競技_混成					
												陸上競技_短距離				
													陸上競技_中距離			
														陸上競技_跳躍		
															陸上競技_長距離	
																陸上競技_投擲

- >> 行＞列（p ＜ 0.01）
- > 行＞列（p ＜ 0.05）
- << 行＜列（p ＜ 0.01）
- < 行＜列（p ＜ 0.05）

表 A-7-6　分散分析表_右大腿の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2.3585	1	2.3585	6.5897	0.011	*
種目	30.5517	16	1.9095	5.3352	0	**
性別＊種目	2.9778	16	0.1861	0.52	0.9349	
誤差	72.6545	203	0.3579			
全体	109.0233	236				

表 B-7-6　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の左右軸回りの回転半径比[%]

M<F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール									<							
フェンシング																
ボート																
レスリング（フリー）																
競泳									<							
自転車トラック																
柔道												>>		>>		
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-7-7　分散分析表_右下腿の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	1.2860	1	1.2860	13.3320	0.0003	**
種目	3.9653	16	0.2478	2.5693	0.0012	**
性別 * 種目	3.6736	16	0.2296	2.3803	0.0028	**
誤差	19.5812	203	0.0965			
全体	29.0233	236				

表 B-7-7　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の左右軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
	M>F					M>>F	M>F	

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
					M>F		

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）
M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート												>>				
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-7-8　分散分析表_右足の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2.7373	1	2.7373	18.9711	0	**
種目	6.317	16	0.3948	2.7363	0.0006	**
性別 * 種目	2.8725	16	0.1795	1.2442	0.237	
誤差	29.2902	203	0.1443			
全体	40.6715	236				

表 B-7-8　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の左右軸回りの回転半径比[%]

M<<F

M>>F 男>女 (p < 0.01)
M>F 男>女 (p < 0.05)

M<<F 男<女 (p < 0.01)
M<F 男<女 (p < 0.05)

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行>列 (p < 0.01)
> 行>列 (p < 0.05)

<< 行<列 (p < 0.01)
< 行<列 (p < 0.05)

表 A-7-9　分散分析表_上胴の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	41.1483	1	41.1483	30.7914	0	**
種目	221.1665	16	13.8229	10.3437	0	**
性別＊種目	30.0318	16	1.877	1.4046	0.142	
誤差	271.2801	203	1.3364			
全体	582.5227	236				

表 B-7-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の左右軸回りの回転半径比[%]

M>>F

記号	意味
M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>		>>	>>		>>		>	>>	>>	>>	
スピードスケート																<<
トライアスロン																<<
バレーボール																<<
フェンシング																<<
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																<<
自転車トラック																<
柔道																
体操競技																<<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

記号	意味
>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-7-10　分散分析表_下胴の左右軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	45.5029	1	45.5029	6.5094	0.0115	*
種目	647.9774	16	40.4986	5.7936	0.0000	**
性別 * 種目	234.2184	16	14.6387	2.0941	0.0098	**
誤差	1419.0286	203	6.9903			
全体	2317.4565	236				

表 B-7-10　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_下胴の左右軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
		M<F						M>F

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F						

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）
M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
	スピードスケート															
		トライアスロン														
			バレーボール													
				フェンシング												
					ボート											
						レスリング(フリー)										
							競泳									
								自転車トラック								
									柔道							
										体操競技						
											陸上競技_混成					
												陸上競技_短距離				
													陸上競技_中距離			
														陸上競技_跳躍		
															陸上競技_長距離	
																陸上競技_投擲

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
	スピードスケート															
		トライアスロン														
			バレーボール													
				フェンシング												
					ボート											
						レスリング(フリー)										
							競泳									
								自転車トラック								
									柔道							
										体操競技						
											陸上競技_混成					
												陸上競技_短距離				
													陸上競技_中距離			
														陸上競技_跳躍		
															陸上競技_長距離	
																陸上競技_投擲

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）
<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-8-1　分散分析表_頭の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	395.2689	1	395.2689	59.1137	0	**
種目	171.7562	16	10.7348	1.6054	0.0697	
性別＊種目	157.8411	16	9.8651	1.4754	0.1114	
誤差	1357.3781	203	6.6866			
全体	2119.9032	236				

表 B-8-1　性差_頭の前後軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

表 A-8-2　分散分析表_胴体の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	4.0581	1	4.0581	6.5142	0.0114	*
種目	48.6375	16	3.0398	4.8797	0.0000	**
性別 * 種目	19.8106	16	1.2382	1.9876	0.0154	*
誤差	126.4596	203	0.6230			
全体	198.6114	236				

表 B-8-2　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_胴体の前後軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>>F						

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン										<<						
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技															>>	
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-8-3　分散分析表_右上腕の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3.3698	1	3.3698	5.7537	0.0174	*
種目	44.567	16	2.7854	4.756	0	**
性別＊種目	6.7565	16	0.4223	0.721	0.7708	
誤差	118.8909	203	0.5857			
全体	175.439	236				

表 B-8-3　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の前後軸回りの回転半径比[%]

M>F

M>>F	男＞女（p < 0.01）
M>F	男＞女（p < 0.05）
M<<F	男＜女（p < 0.01）
M<F	男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング（フリー）	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング										>						
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング（フリー）										>						
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p < 0.01）
>	行＞列（p < 0.05）
<<	行＜列（p < 0.01）
<	行＜列（p < 0.05）

表 A-8-4　分散分析表_右前腕の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表					**:1%有意 *:5%有意	
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.4926	1	0.4926	6.0010	0.0151	*
種目	8.0953	16	0.5060	6.1641	0.0000	**
性別 * 種目	2.2485	16	0.1405	1.7121	0.0466	*
誤差	16.6624	203	0.0821			
全体	27.7226	236				

表 B-8-4　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の前後軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
				M<F				

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
			M<<F				

M>>F 男＞女（p < 0.01）
M>F 男＞女（p < 0.05）

M<<F 男＜女（p < 0.01）
M<F 男＜女（p < 0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング									<							
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳									<							
自転車トラック																
柔道											>>	>>				
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p < 0.01）
> 行＞列（p < 0.05）

<< 行＜列（p < 0.01）
< 行＜列（p < 0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p < 0.01）
> 行＞列（p < 0.05）

<< 行＜列（p < 0.01）
< 行＜列（p < 0.05）

表 A-8-5　分散分析表_右手の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	5.3506	1	5.3506	0.833	0.3625	
種目	171.942	16	10.7464	1.6731	0.0541	
性別＊種目	76.2042	16	4.7628	0.7415	0.7493	
誤差	1303.9095	203	6.4232			
全体	1560.7201	236				

表 A-8-6　分散分析表_右大腿の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	3.8105	1	3.8105	14.4279	0.0002	**
種目	16.6021	16	1.0376	3.9288	0	**
性別＊種目	2.5747	16	0.1609	0.6093	0.8745	
誤差	53.6135	203	0.2641			
全体	76.9066	236				

表 B-8-6　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の前後軸回りの回転半径比[%]

M<<F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道												＞		＞		
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																

表 A-8-7　分散分析表_右下腿の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.8044	1	0.8044	8.0152	0.0051	**
種目	3.6517	16	0.2282	2.2742	0.0045	**
性別 * 種目	3.8020	16	0.2376	2.3678	0.0030	**
誤差	20.3724	203	0.1004			
全体	29.1093	236				

表 B-8-7　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の前後軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
					M>>F	M>F		

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
			M<F				

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）
M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート												>>				
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-8-8　分散分析表_右足の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.1189	1	0.1189	0.609	0.4361	
種目	13.2068	16	0.8254	4.2279	0	**
性別 * 種目	2.67	16	0.1669	0.8548	0.6221	
誤差	39.6323	203	0.1952			
全体	55.7495	236				

表 B-8-8　多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の前後軸回りの回転半径比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング							＞									
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

記号	意味
＞＞	行＞列（p < 0.01）
＞	行＞列（p < 0.05）
＜＜	行＜列（p < 0.01）
＜	行＜列（p < 0.05）

表 A-8-9　分散分析表_上胴の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	96.476	1	96.476	39.1937	0	**
種目	425.9859	16	26.6241	10.8161	0	**
性別＊種目	53.7359	16	3.3585	1.3644	0.1623	
誤差	499.6886	203	2.4615			
全体	1116.6649	236				

表 B-8-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の前後軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>	>>	>>	>>			>>	>					>>	>>	>>	
スピードスケート																<
トライアスロン									<							<<
バレーボール																<<
フェンシング																<<
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																<<
自転車トラック																
柔道															>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-8-10　分散分析表_下胴の前後軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.1908	1	0.1908	0.0305	0.8614	
種目	437.7102	16	27.3569	4.3793	0.0000	**
性別 * 種目	211.4444	16	13.2153	2.1155	0.0090	**
誤差	1268.1068	203	6.2468			
全体	1896.8014	236				

表 B-8-10　多重比較（性別×種目）の結果（シェッフェ）_下胴の前後軸回りの回転半径比[%]

ウェイトリフティング	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック
		M<F						

柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
	M>F	M<F					

M>>F	男>女 (p < 0.01)
M>F	男>女 (p < 0.05)
M<<F	男<女 (p < 0.01)
M<F	男<女 (p < 0.05)

男性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行>列 (p < 0.01)
>	行>列 (p < 0.05)
<<	行<列 (p < 0.01)
<	行<列 (p < 0.05)

女性	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>	行>列 (p < 0.01)
>	行>列 (p < 0.05)
<<	行<列 (p < 0.01)
<	行<列 (p < 0.05)

表 A-9-1　分散分析表_頭の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	73.9204	1	73.9204	17.9469	0	**
種目	137.3087	16	8.5818	2.0835	0.0103	*
性別 * 種目	51.0295	16	3.1893	0.7743	0.7135	
誤差	836.1238	203	4.1188			
全体	1109.9892	236				

表 B-9-1　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_頭の上下軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F 男＞女（p < 0.01）
M>F 男＞女（p < 0.05）

M<<F 男＜女（p < 0.01）
M<F 男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p < 0.01）
> 行＞列（p < 0.05）

<< 行＜列（p < 0.01）
< 行＜列（p < 0.05）

表 A-9-2　分散分析表_胴体の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	14.0074	1	14.0074	14.9345	0.0001	**
種目	283.9475	16	17.7467	18.9213	0	**
性別 * 種目	9.8215	16	0.6138	0.6545	0.8359	
誤差	190.3988	203	0.9379			
全体	506.8781	236				

表 B-9-2　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_胴体の上下軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>		>>	>>		>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート																<<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール									<<							<<
フェンシング									<<							<<
ボート									<<							<<
レスリング(フリー)																
競泳									<							<<
自転車トラック																<
柔道												>	>>	>>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																<<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-9-3　分散分析表_右上腕の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	35.1173	1	35.1173	26.5776	0	**
種目	688.9487	16	43.0593	32.5883	0	**
性別＊種目	31.7889	16	1.9868	1.5037	0.1008	
誤差	268.226	203	1.3213			
全体	1043.1056	236				

表 B-9-3　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右上腕の上下軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>		>>	>>		>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート									<<						>	<
トライアスロン						<<			<<							<<
バレーボール									<<						>	<
フェンシング						<			<<							<<
ボート									<<							<
レスリング(フリー)											>	>>	>>	>>	>>	
競泳									<<						>>	
自転車トラック									<						>>	
柔道										>>	>>	>>	>>	>>	>>	
体操競技															>>	
陸上競技_混成																<<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

表 A-9-4　分散分析表_右前腕の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	21.5997	1	21.5997	39.1494	0	**
種目	240.9299	16	15.0581	27.2928	0	**
性別 * 種目	7.0147	16	0.4384	0.7946	0.6908	
誤差	112.0001	203	0.5517			
全体	388.579	236				

表 B-9-4　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右前腕の上下軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F 男＞女（p < 0.01）
M>F 男＞女（p < 0.05）

M<<F 男＜女（p < 0.01）
M<F 男＜女（p < 0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>		>>	>>		>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート									<<							<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール									<<							<<
フェンシング									<<							<<
ボート									<<							
レスリング(フリー)													>	>	>>	
競泳									<<							<<
自転車トラック									<<							
柔道										>>	>>	>>	>>	>>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p < 0.01）
> 行＞列（p < 0.05）

<< 行＜列（p < 0.01）
< 行＜列（p < 0.05）

表 A-9-5　分散分析表_右手の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	44.5156	1	44.5156	11.7509	0.0007	**
種目	348.7965	16	21.7998	5.7545	0	**
性別 * 種目	59.9489	16	3.7468	0.989	0.4701	
誤差	769.0221	203	3.7883			
全体	1223.104	236				

表 B-9-5　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右手の上下軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F　男＞女（p＜0.01）
M>F　男＞女（p＜0.05）

M<<F　男＜女（p＜0.01）
M<F　男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン									<<							
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック									<							
柔道															>>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>>　行＞列（p＜0.01）
>　行＞列（p＜0.05）

<<　行＜列（p＜0.01）
<　行＜列（p＜0.05）

表 A-9-6　分散分析表_右大腿の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	0.2677	1	0.2677	0.1884	0.6647	
種目	568.0455	16	35.5028	24.9916	0	**
性別 * 種目	12.4058	16	0.7754	0.5458	0.9198	
誤差	288.3805	203	1.4206			
全体	874.0349	236				

表 B-9-6　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右大腿の上下軸回りの回転半径比[%]

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>			>>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート										>>					>>	
トライアスロン									<<						>>	
バレーボール									<<							<
フェンシング									<<							
ボート									<<							
レスリング(フリー)																
競泳									<<							<
自転車トラック										>>		>>		>	>>	
柔道										>>	>>	>>	>>	>>	>>	
体操競技																<<
陸上競技_混成																<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p ＜ 0.01）
> 行＞列（p ＜ 0.05）

<< 行＜列（p ＜ 0.01）
< 行＜列（p ＜ 0.05）

表 A-9-7　分散分析表_右下腿の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	4.4262	1	4.4262	12.2864	0.0006	**
種目	79.626	16	4.9766	13.8143	0	**
性別 * 種目	4.1828	16	0.2614	0.7257	0.766	
誤差	73.131	203	0.3603			
全体	161.1175	236				

表 B-9-7　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右下腿の上下軸回りの回転半径比[%]

M<<F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング		>>	>>	>>	>>		>>			>>	>>	>>	>	>>	>>	
スピードスケート									<<							
トライアスロン									<<							
バレーボール									<<							
フェンシング									<<							
ボート									<<							
レスリング(フリー)																
競泳									<<							
自転車トラック																
柔道										>>	>>	>>	>	>>	>>	
体操競技																<
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-9-8　分散分析表_右足の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	2.1031	1	2.1031	13.3594	0.0003	**
種目	10.0502	16	0.6281	3.9902	0	**
性別＊種目	2.6969	16	0.1686	1.0707	0.3852	
誤差	31.9565	203	0.1574			
全体	46.3073	236				

表 B-9-8　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_右足の上下軸回りの回転半径比[%]

M<<F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング																
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート																
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道																
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																
陸上競技_長距離																
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-9-9　分散分析表_上胴の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	53.6612	1	53.6612	12.7956	0.0004	**
種目	1022.411	16	63.9007	15.2373	0	**
性別＊種目	76.6885	16	4.793	1.1429	0.3178	
誤差	851.3231	203	4.1937			
全体	2056.7763	236				

表 B-9-9　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_上胴の上下軸回りの回転半径比[%]

M>>F

M>>F 男＞女（p＜0.01）
M>F 男＞女（p＜0.05）

M<<F 男＜女（p＜0.01）
M<F 男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング	>>	>>	>>	>>	>>		>>	>		>	>>	>>	>>	>>	>>	
スピードスケート																<
トライアスロン									<<							<<
バレーボール									<							<<
フェンシング																<<
ボート																<
レスリング(フリー)																
競泳																<<
自転車トラック																
柔道													>>	>	>>	
体操競技																
陸上競技_混成																<
陸上競技_短距離																<<
陸上競技_中距離																<<
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<<
陸上競技_投擲																

>> 行＞列（p＜0.01）
> 行＞列（p＜0.05）

<< 行＜列（p＜0.01）
< 行＜列（p＜0.05）

表 A-9-10　分散分析表_下胴の上下軸まわりの回転半径比[%]

分散分析表						**:1%有意 *:5%有意
因　子	TypeⅢ平方和	自由度	平均平方	F　値	P　値	判　定
性別	67.0141	1	67.0141	5.4194	0.0209	*
種目	1523.2354	16	95.2022	7.6989	0	**
性別＊種目	200.3409	16	12.5213	1.0126	0.4448	
誤差	2510.2354	203	12.3657			

表 B-9-10　性差および多重比較（種目）の結果（シェッフェ）_下胴の上下軸回りの回転半径比[%]

M>F

M>>F	男＞女（p＜0.01）
M>F	男＞女（p＜0.05）
M<<F	男＜女（p＜0.01）
M<F	男＜女（p＜0.05）

	スピードスケート	トライアスロン	バレーボール	フェンシング	ボート	レスリング(フリー)	競泳	自転車トラック	柔道	体操競技	陸上競技_混成	陸上競技_短距離	陸上競技_中距離	陸上競技_跳躍	陸上競技_長距離	陸上競技_投擲
ウェイトリフティング			>		>>							>>		>>	>>	
スピードスケート																
トライアスロン																
バレーボール																
フェンシング																
ボート									<							
レスリング(フリー)																
競泳																
自転車トラック																
柔道												>		>>	>	
体操競技																
陸上競技_混成																
陸上競技_短距離																
陸上競技_中距離																
陸上競技_跳躍																<<
陸上競技_長距離																<
陸上競技_投擲																

>>	行＞列（p＜0.01）
>	行＞列（p＜0.05）
<<	行＜列（p＜0.01）
<	行＜列（p＜0.05）

付録 C　阿江の推定式（1996）との比較

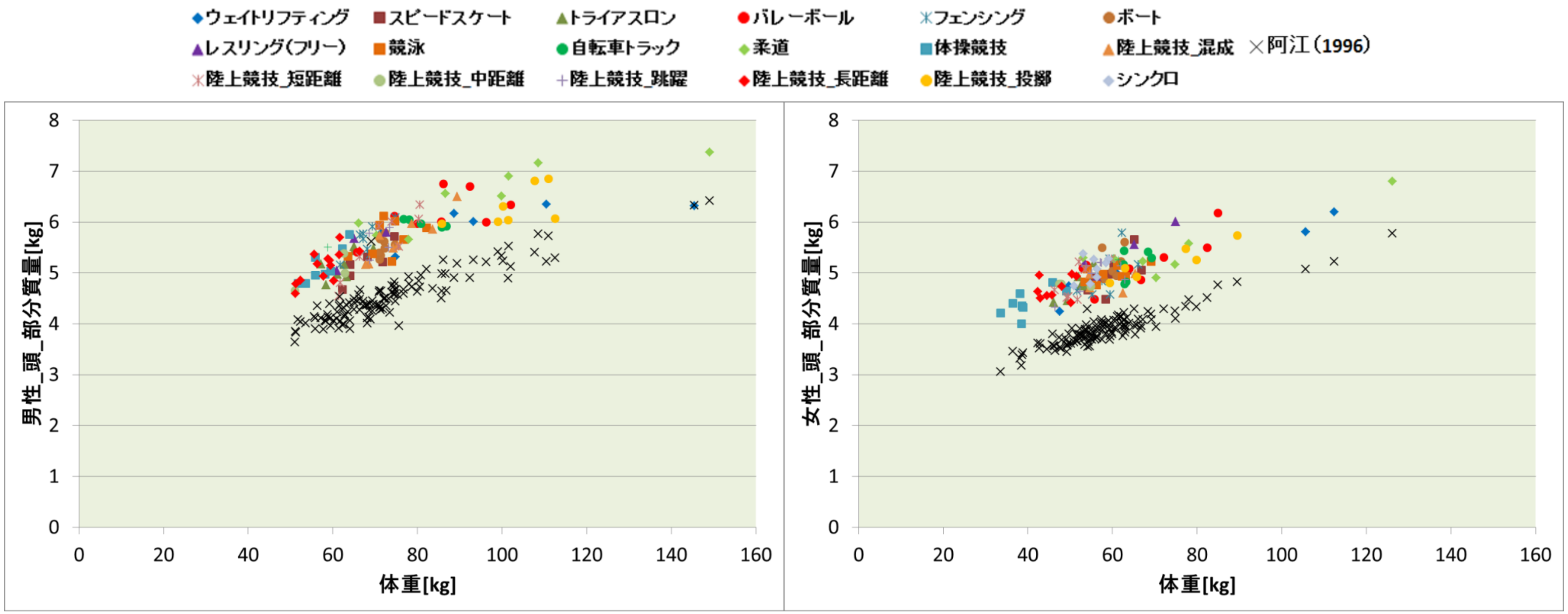


図 B-1-1(a)　男性の頭の部分質量[kg]

図 B-1-1(b)　女性の頭の部分質量[kg]

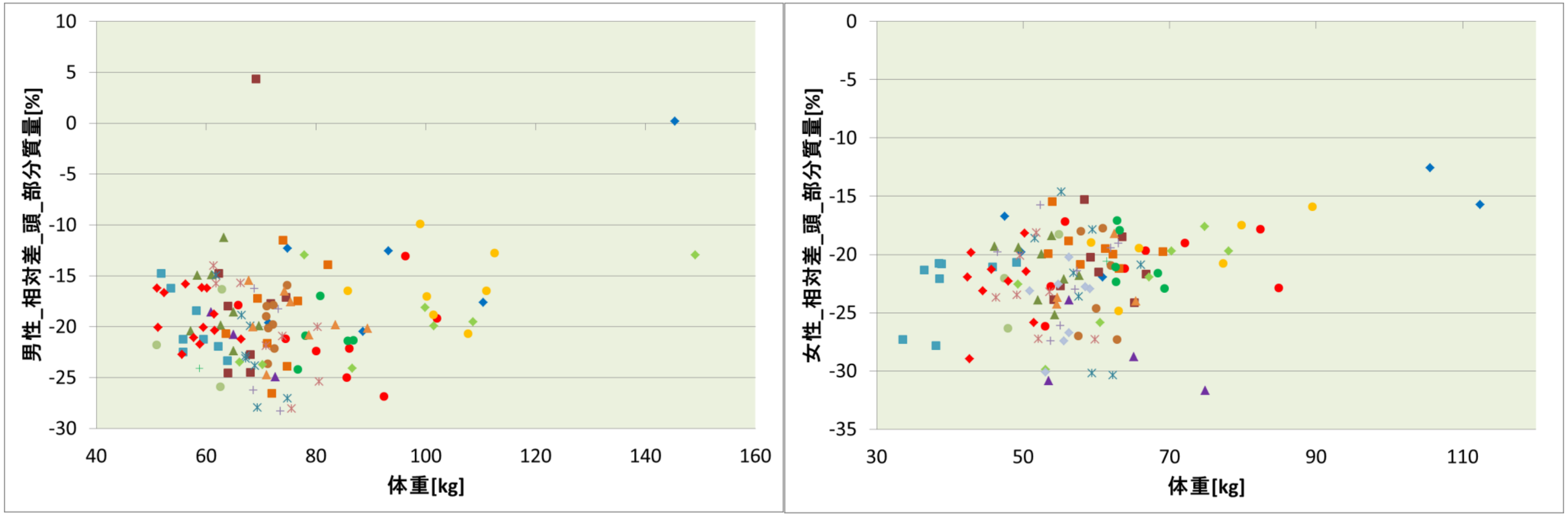
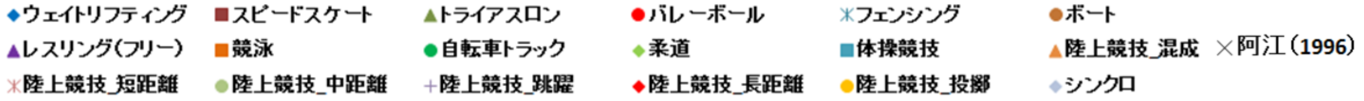


図 C-1-1(a)　男性の頭の部分質量の相対差[%]

図 C-1-1(b)　女性の頭の部分質量の相対差[%]



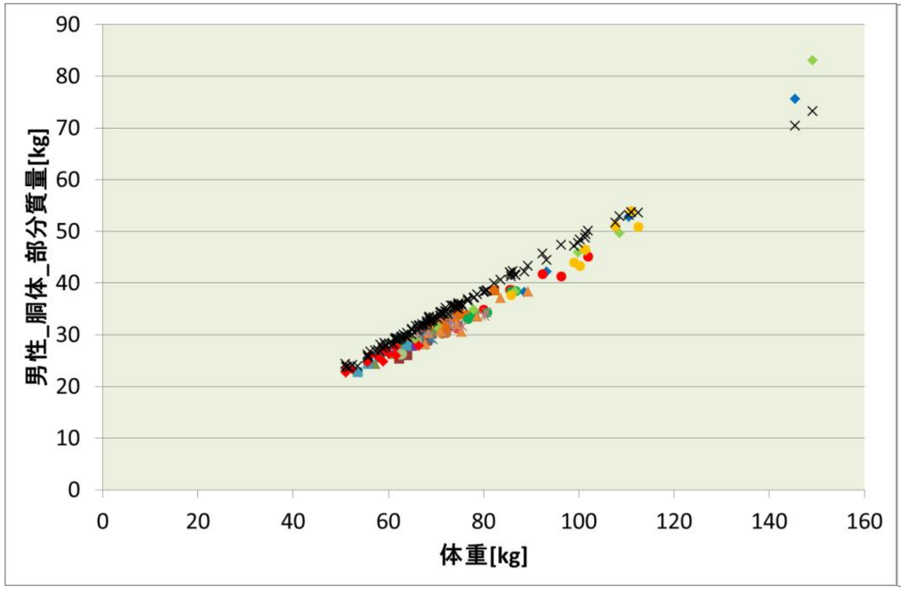


図 B-1-2(a)　男性の胴体の部分質量[kg]

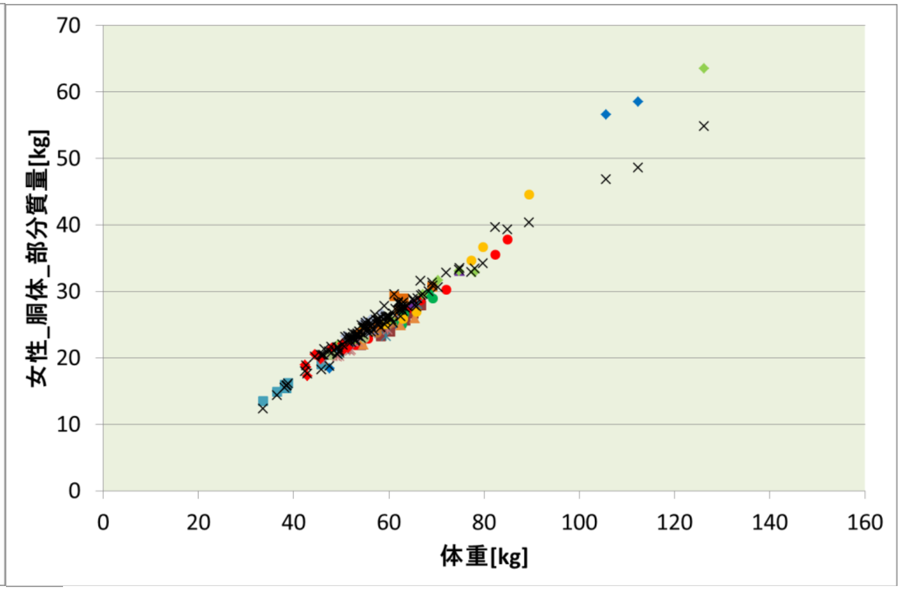


図 B-1-2(b)　女性の胴体の部分質量[kg]

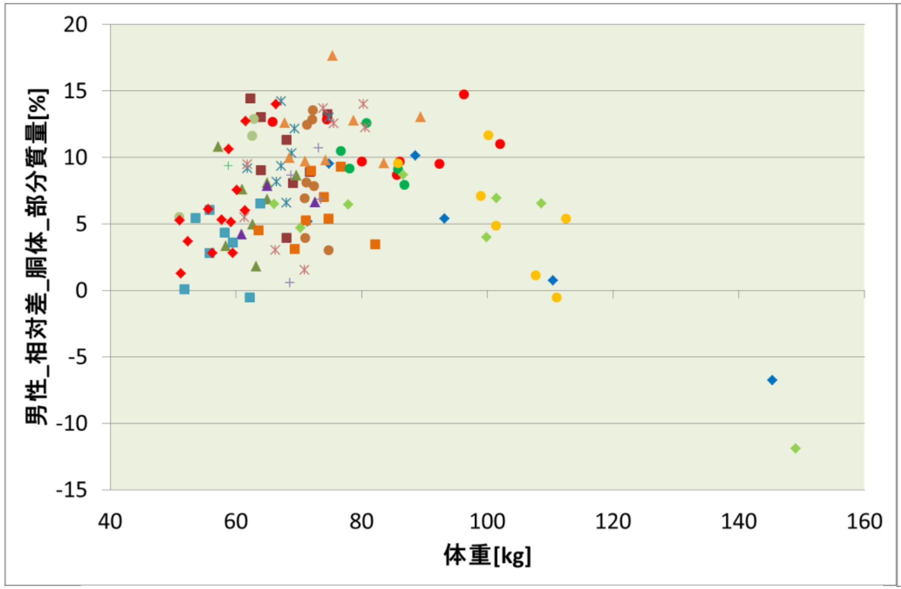


図 C-1-2(a)　男性の胴体の部分質量の相対差[%]

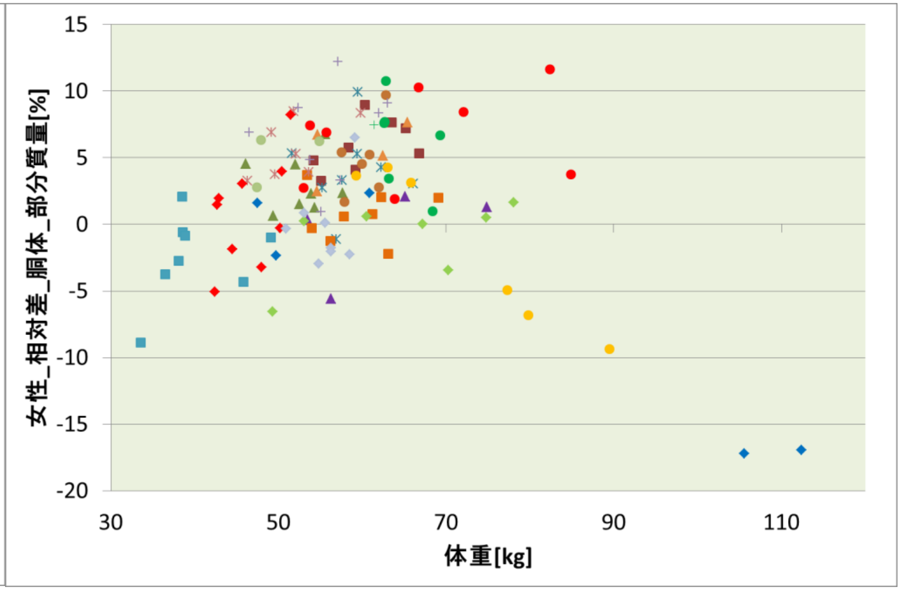
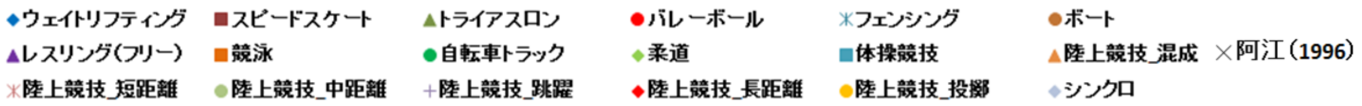


図 C-1-2(b)　女性の胴体の部分質量の相対差[%]



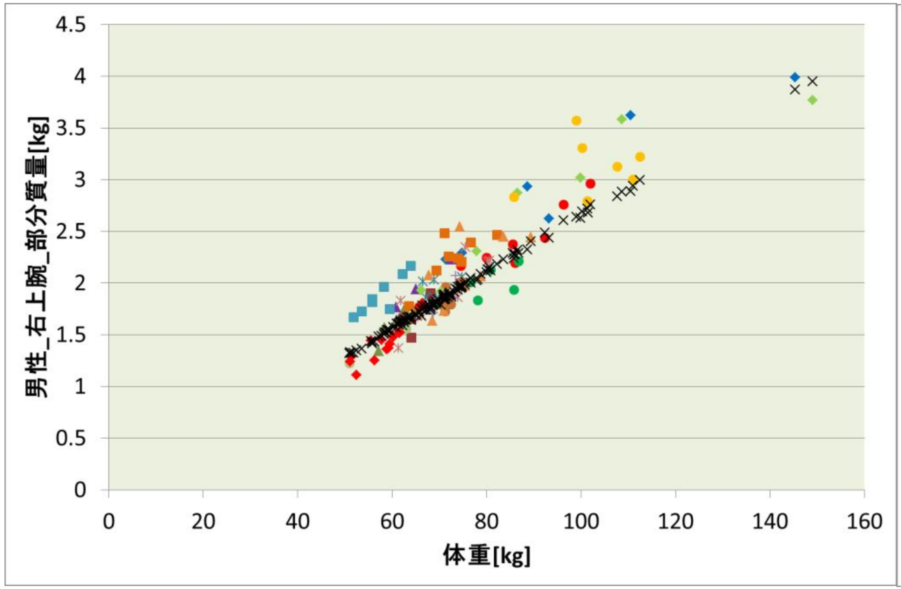


図 B-1-3(a)　男性の右上腕の部分質量[kg]

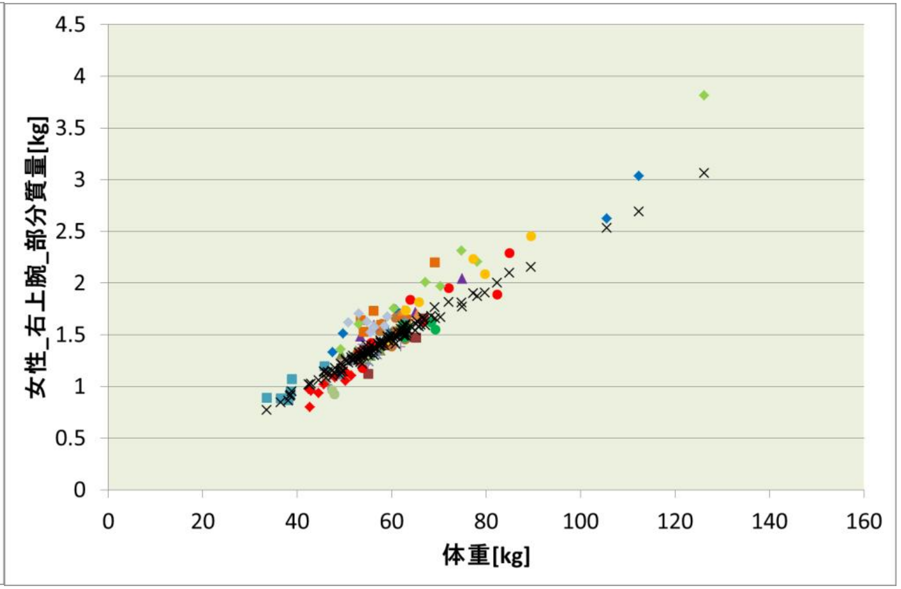


図 B-1-3(b)　女性の右上腕の部分質量[kg]

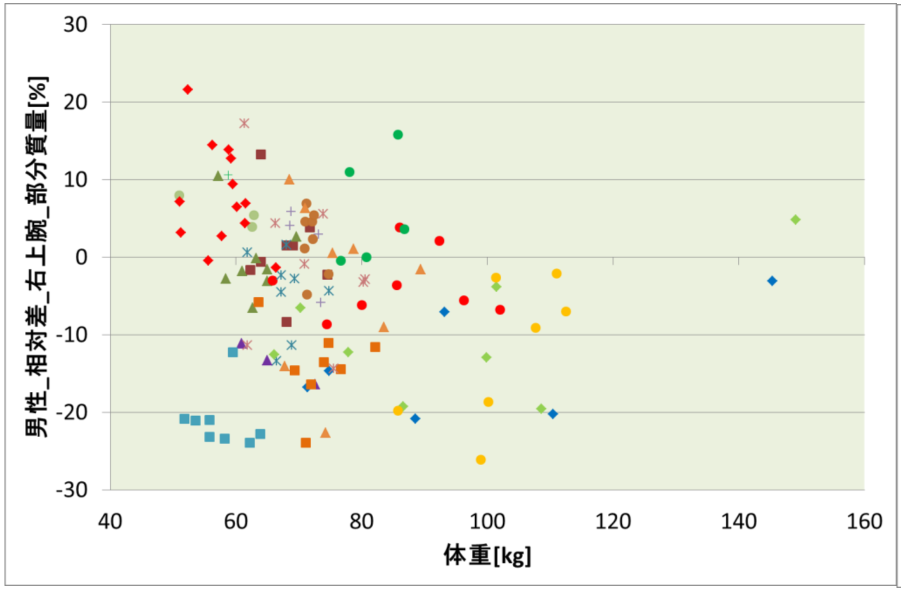


図 C-1-3(a)　男性の右上腕の部分質量の相対差[%]

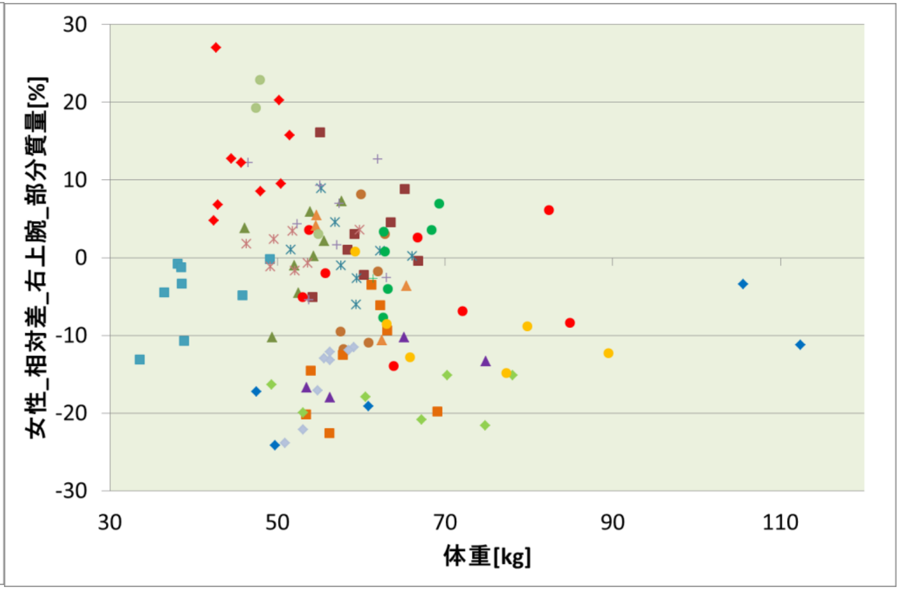


図 C-1-3(b)　女性の右上腕の部分質量の相対差[%]

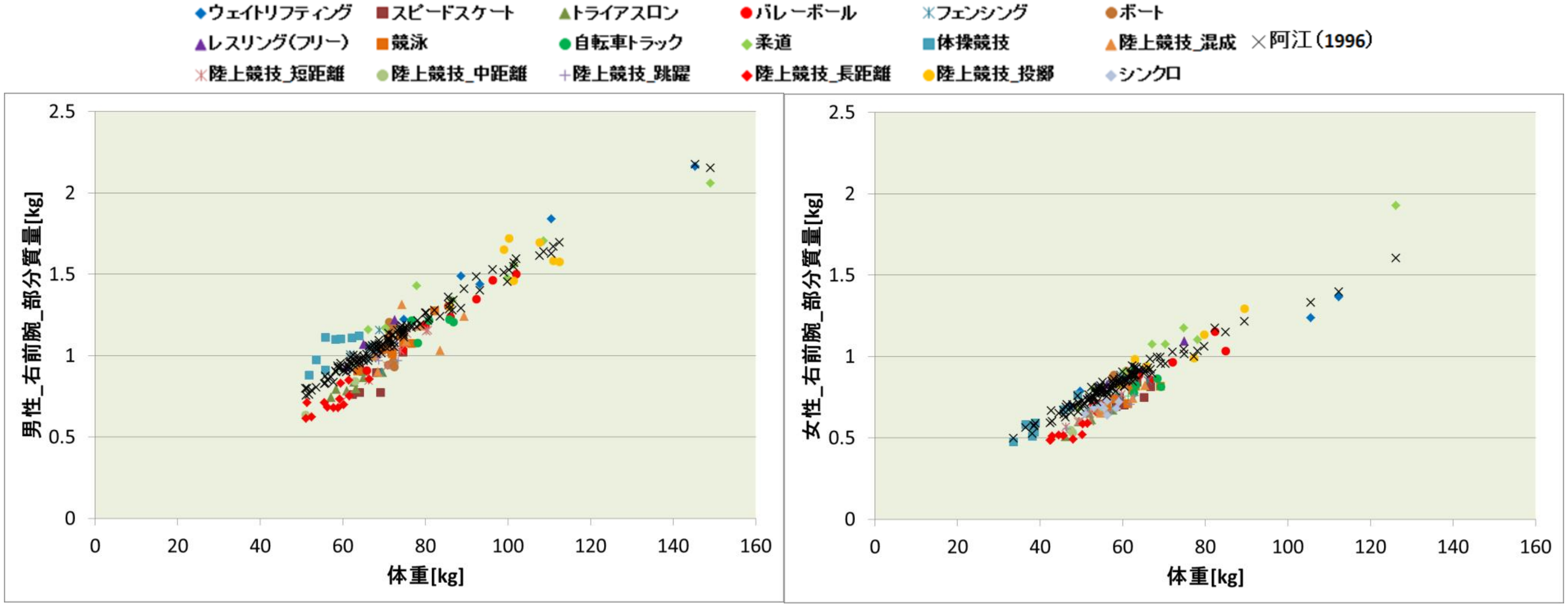


図 B-1-4(a)　男性の右前腕の部分質量[kg]

図 B-1-4(b)　女性の右前腕の部分質量[kg]

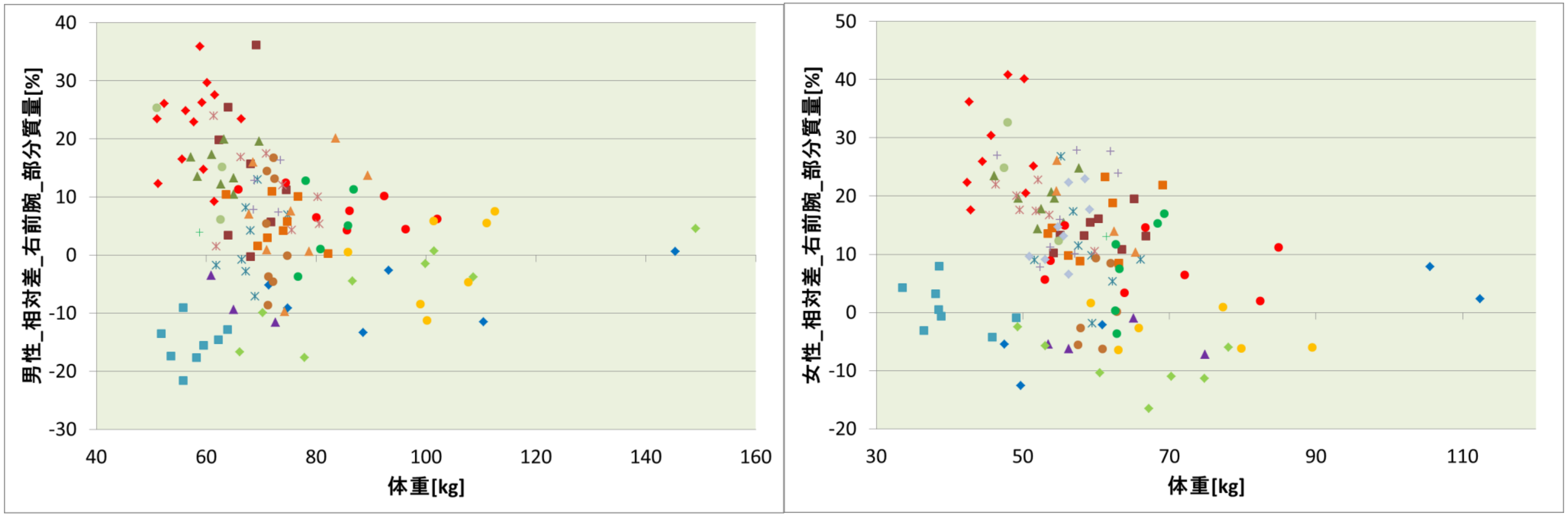


図 C-1-4(a)　男性の右前腕の部分質量の相対差[%]

図 C-1-4(b)　女性の右前腕の部分質量の相対差[%]

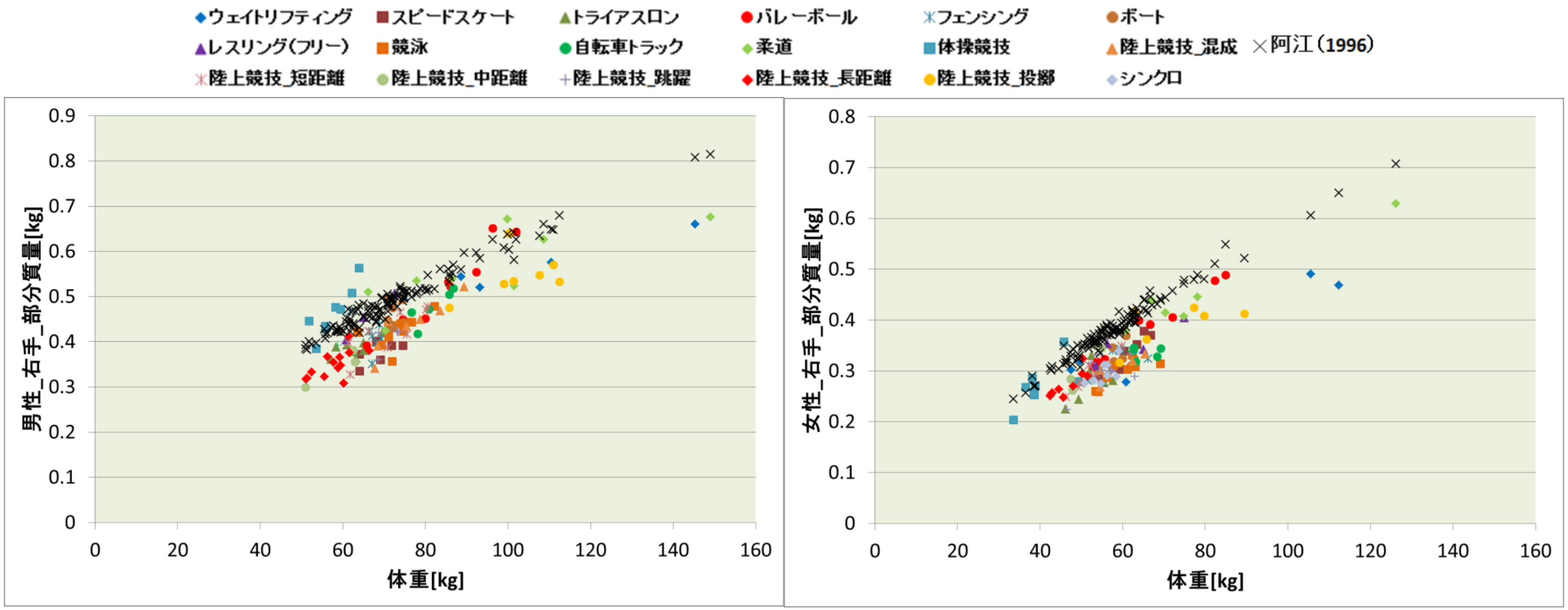


図 B-1-5(a)　男性の右手の部分質量[kg]

図 B-1-5(b)　女性の右手の部分質量[kg]

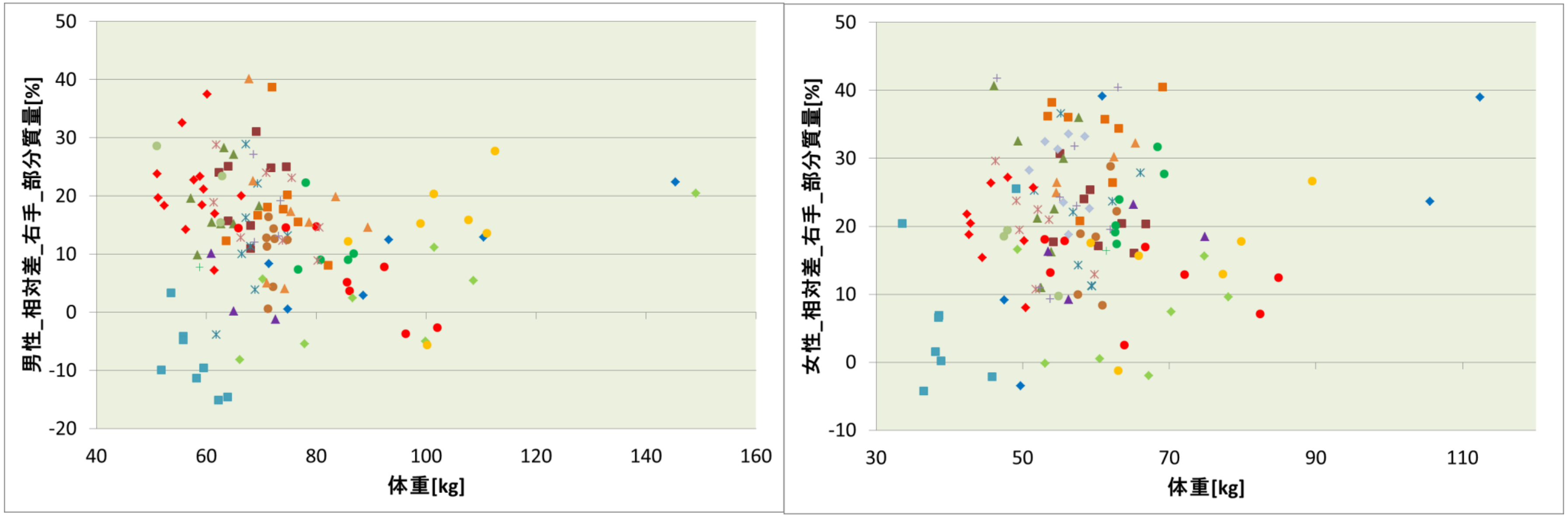
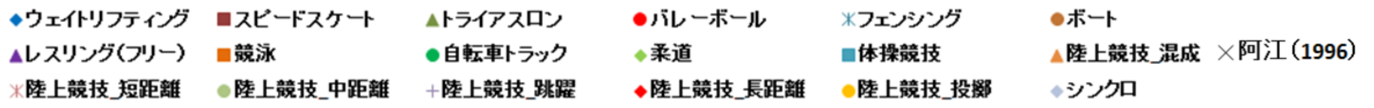


図 C-1-5(a)　男性の右手の部分質量の相対差[%]

図 C-1-5(b)　女性の右手の部分質量の相対差[%]



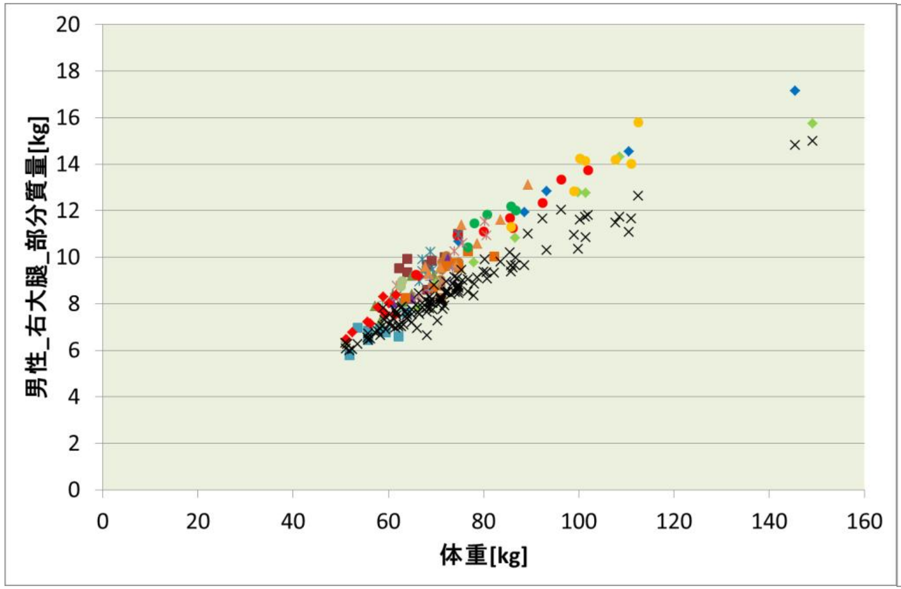


図 B-1-6(a)　男性の右大腿の部分質量[kg]

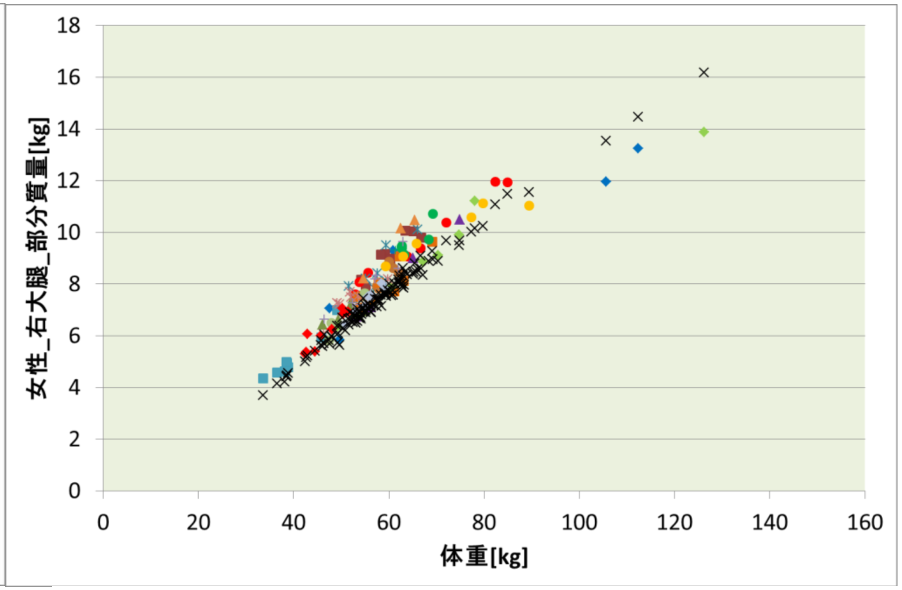


図 B-1-6(b)　女性の右大腿の部分質量[kg]

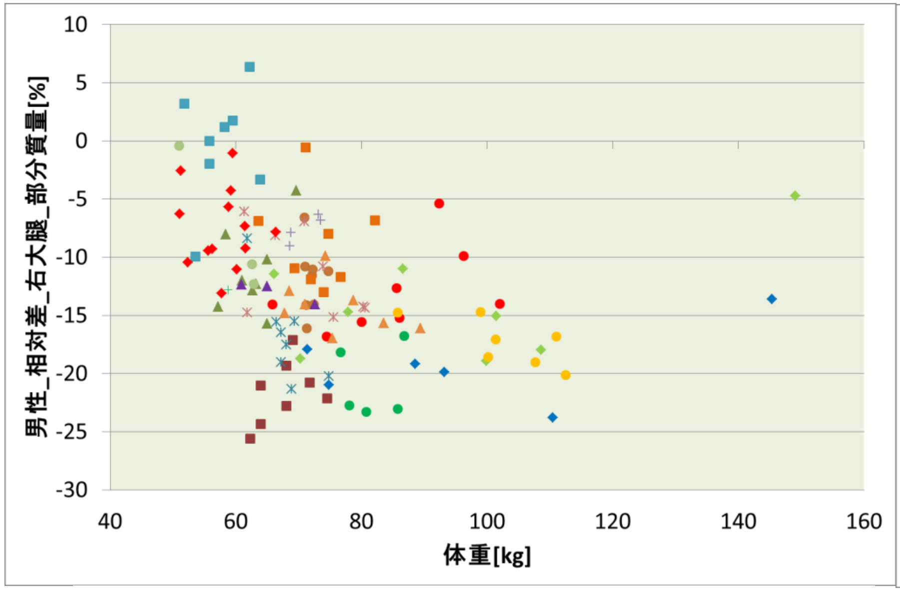


図 C-1-6(a)　男性の右大腿の部分質量の相対差[%]

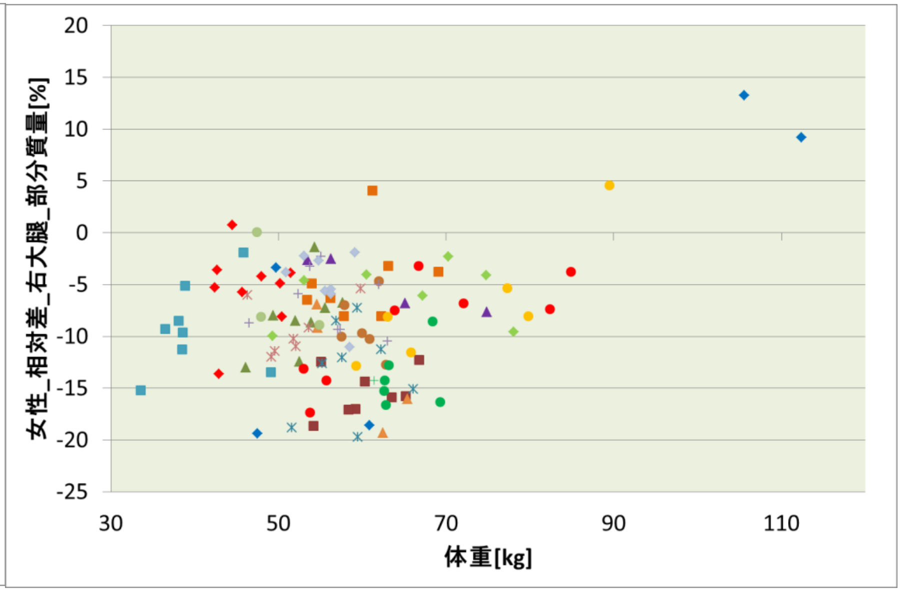


図 C-1-6(b)　女性の右大腿の部分質量の相対差[%]

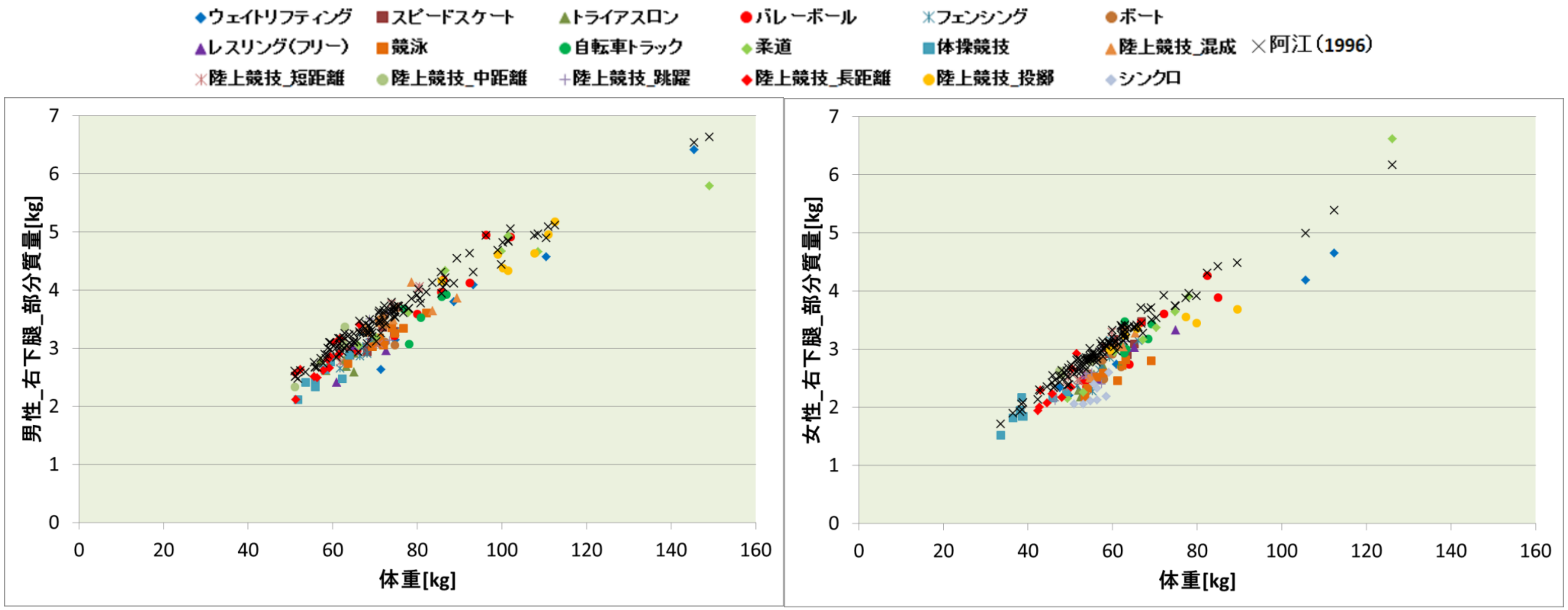


図 B-1-7(a)　男性の右下腿の部分質量[kg]

図 B-1-7(b)　女性の右下腿の部分質量[kg]

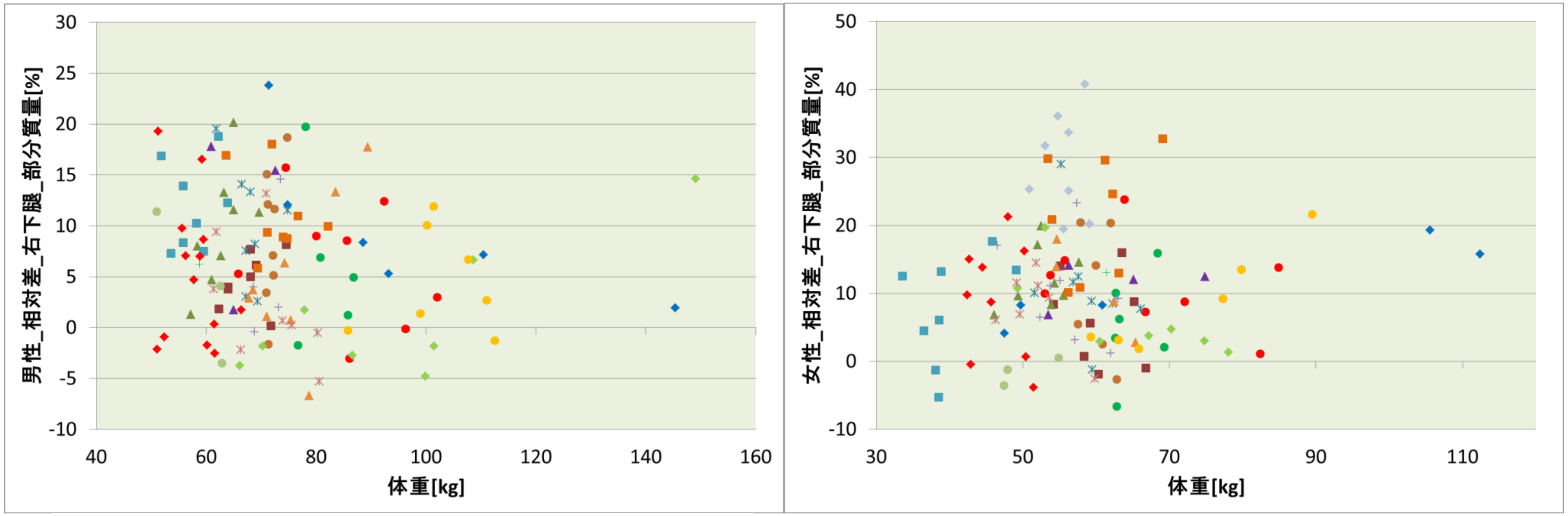
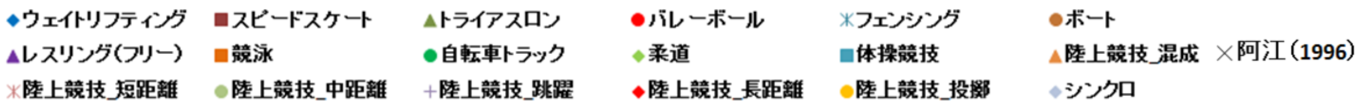


図 C-1-7(a)　男性の右下腿の部分質量の相対差[%]

図 C-1-7(b)　女性の右下腿の部分質量の相対差[%]



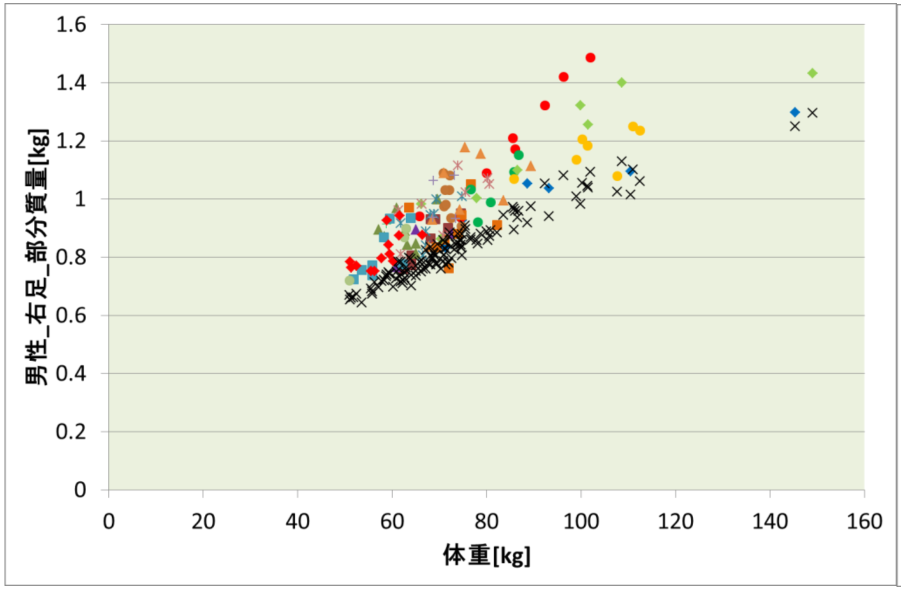


図 B-1-8(a)　男性の右足の部分質量[kg]

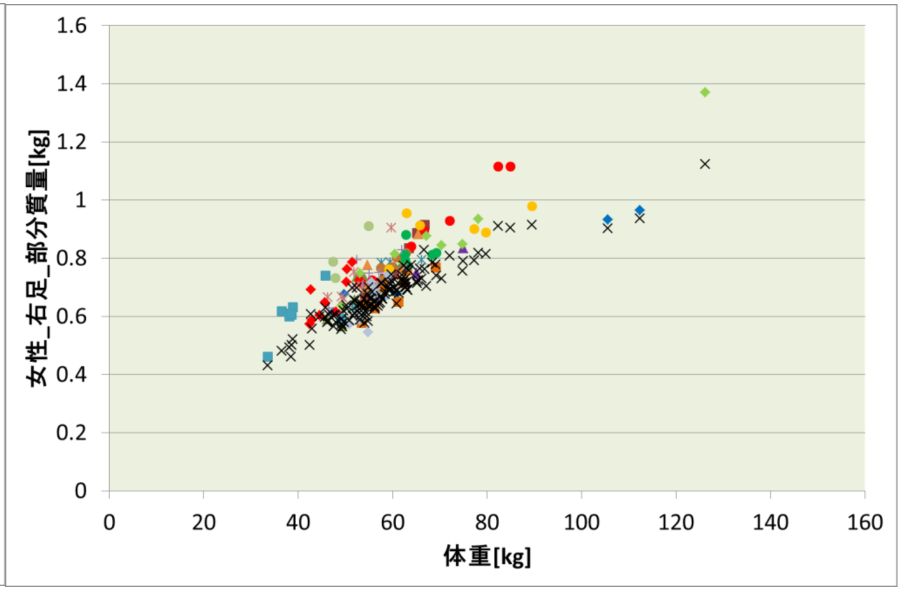


図 B-1-8(b)　女性の右足の部分質量[kg]

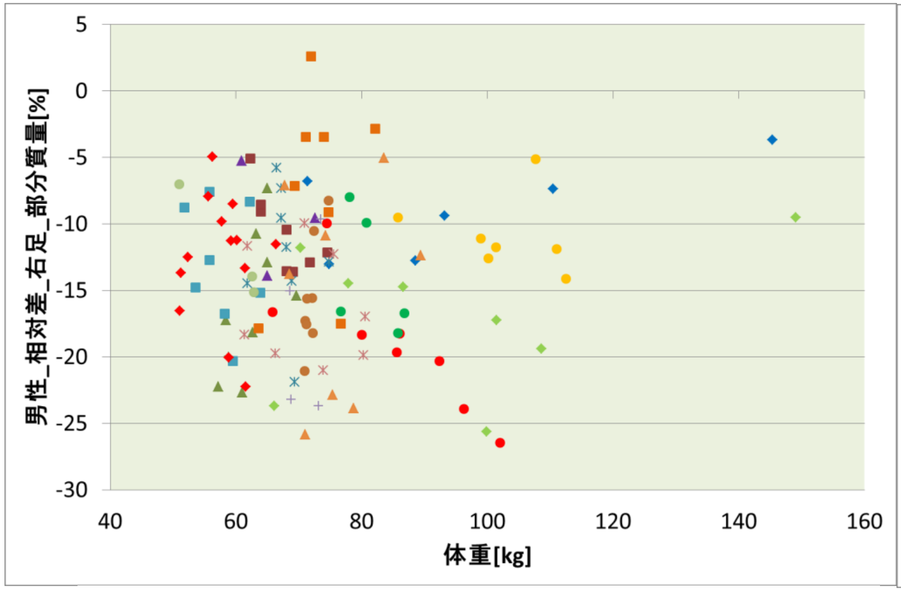


図 C-1-8(a)　男性の右足の部分質量の相対差[%]

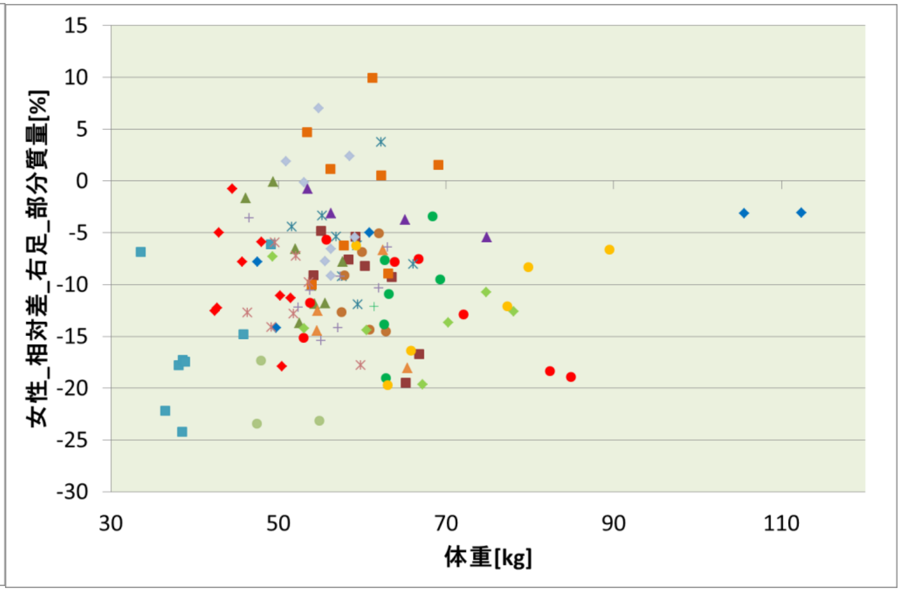
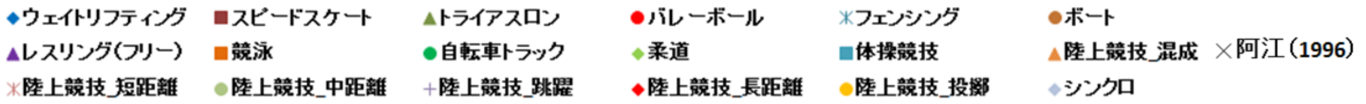


図 C-1-8(b)　女性の右足の部分質量の相対差[%]



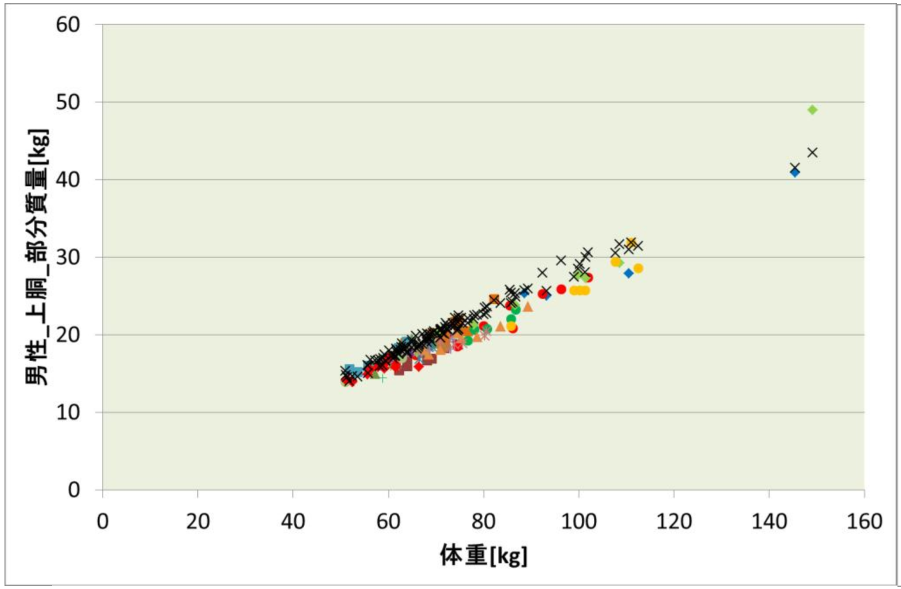


図 B-1-9(a)　男性の上胴の部分質量[kg]

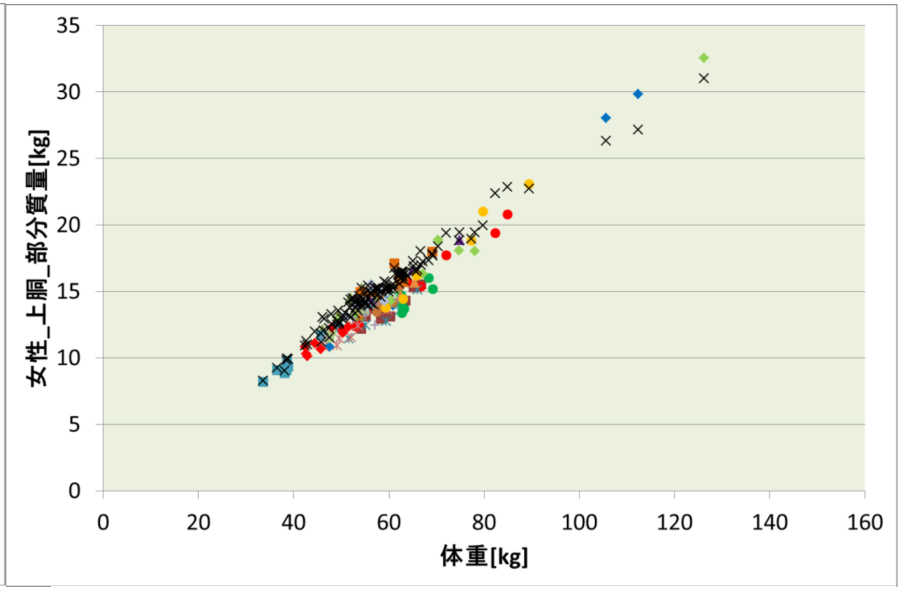


図 B-1-9(b)　女性の上胴の部分質量[kg]

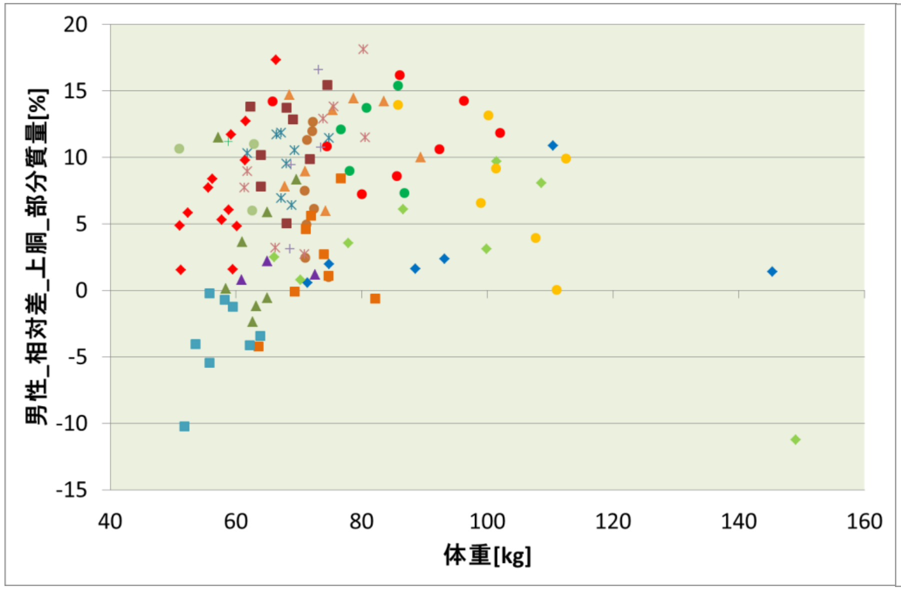


図 C-1-9(a)　男性の上胴の部分質量の相対差[%]

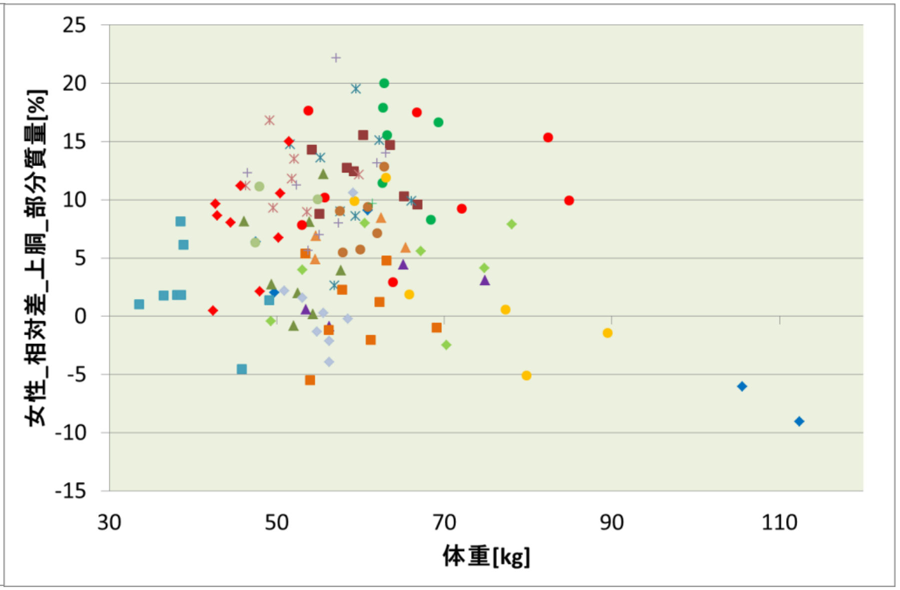
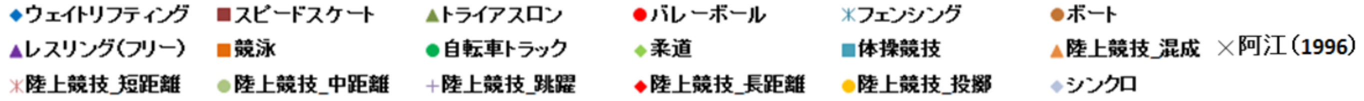


図 C-1-9(b)　女性の上胴の部分質量の相対差[%]



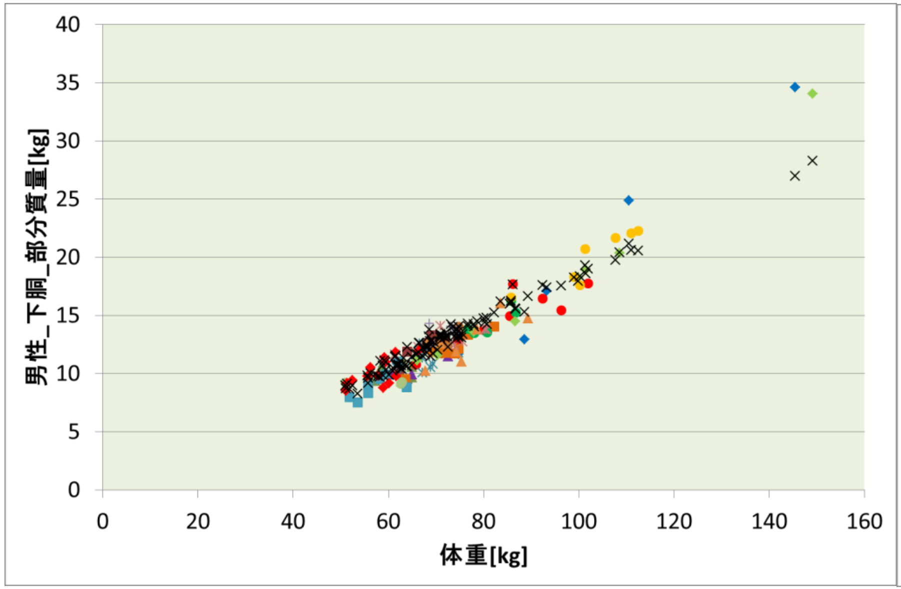


図 B-1-10(a)　男性の下胴の部分質量[kg]

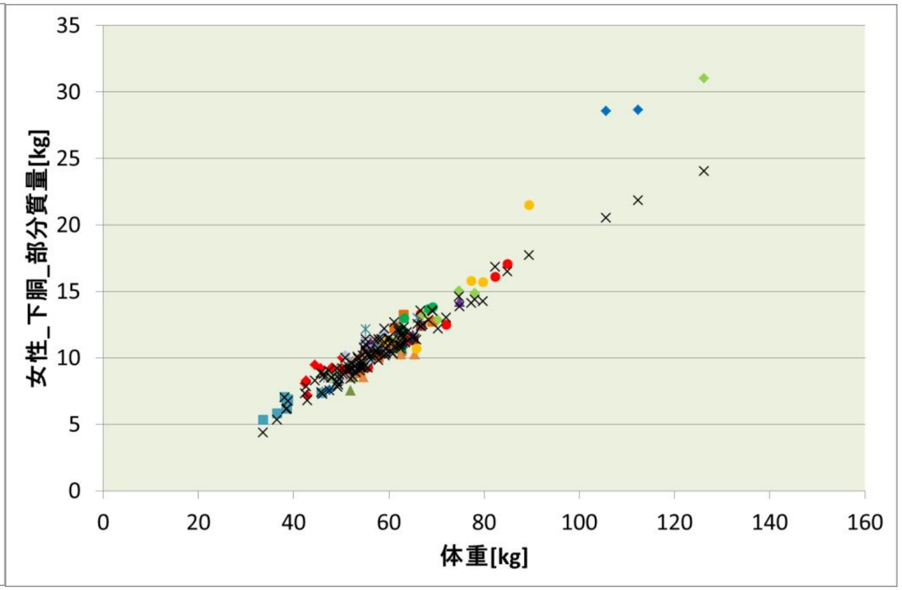


図 B-1-10(b)　女性の下胴の部分質量[kg]

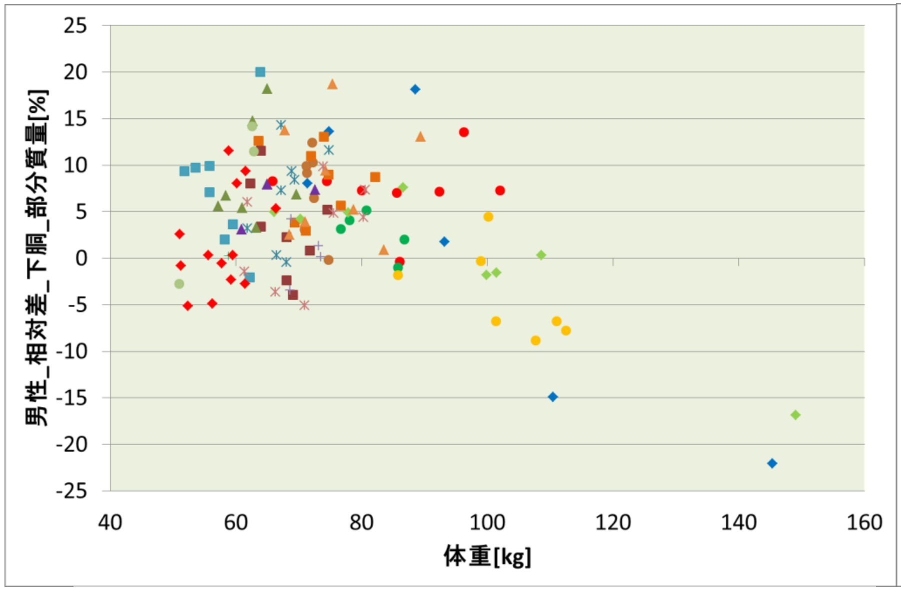


図 C-1-10(a)　男性の上胴の部分質量の相対差[%]

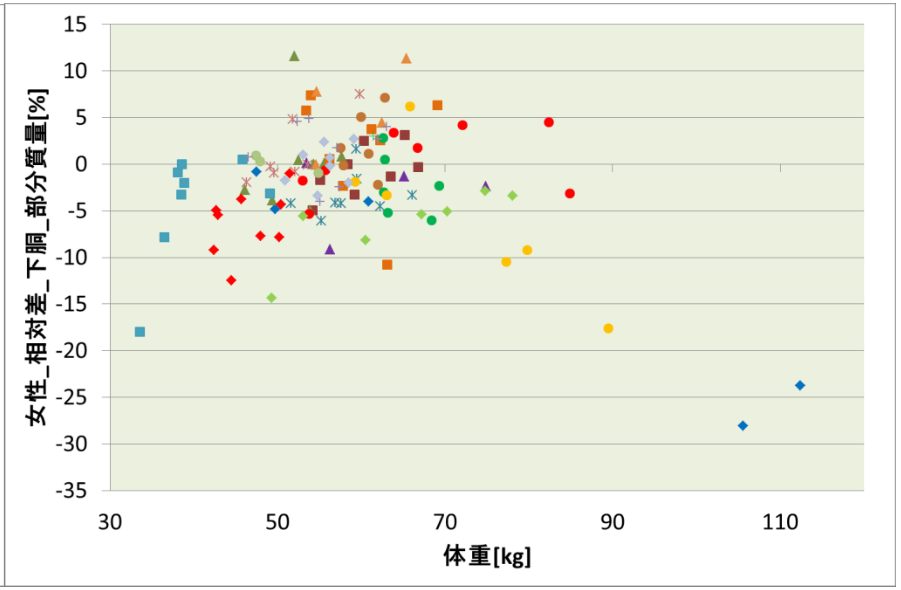
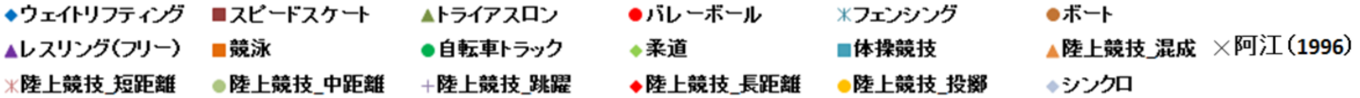


図 C-1-10(b)　女性の下胴の部分質量の相対差[%]



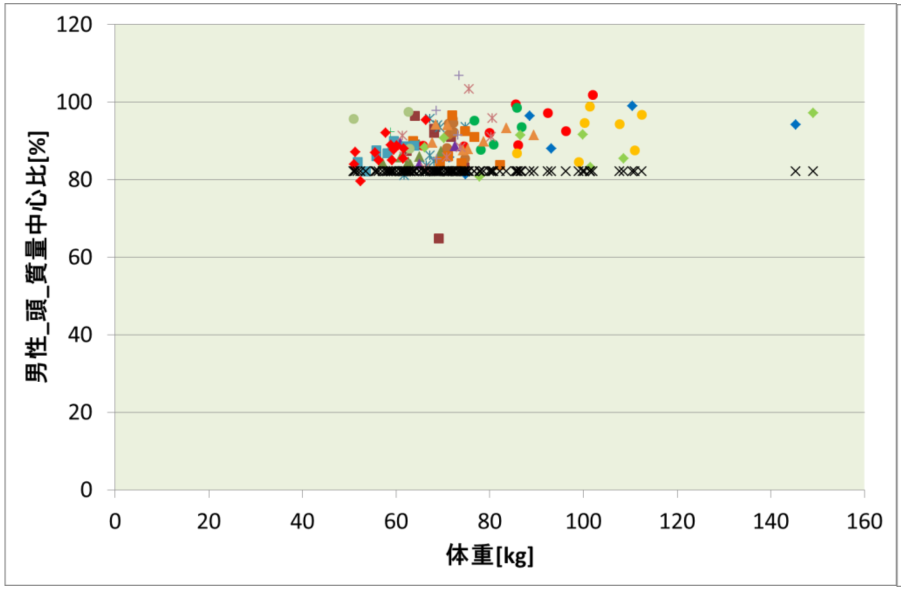


図 B-2-1 (a) 男性の頭の質量中心比[%]

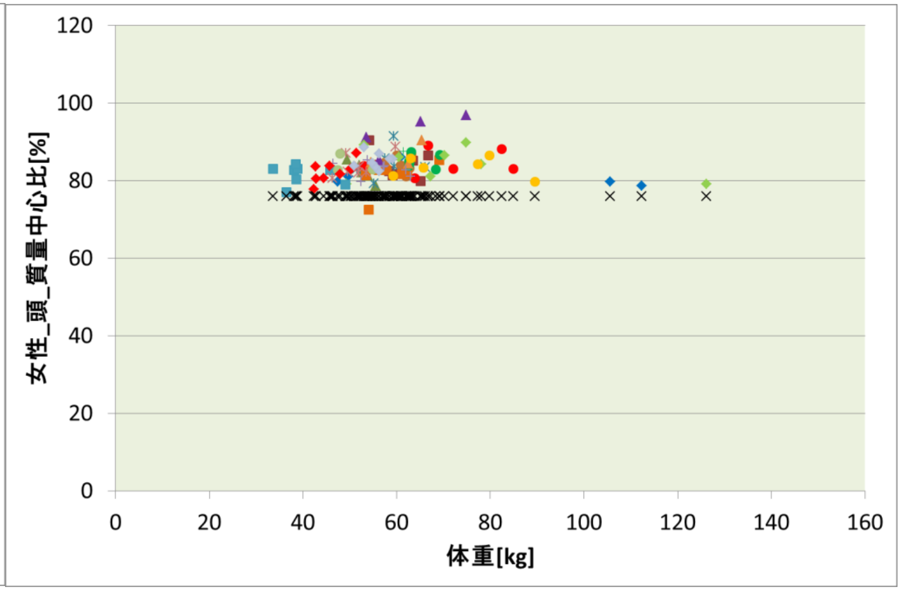


図 B-2-1 (b) 女性の頭の質量中心比[%]

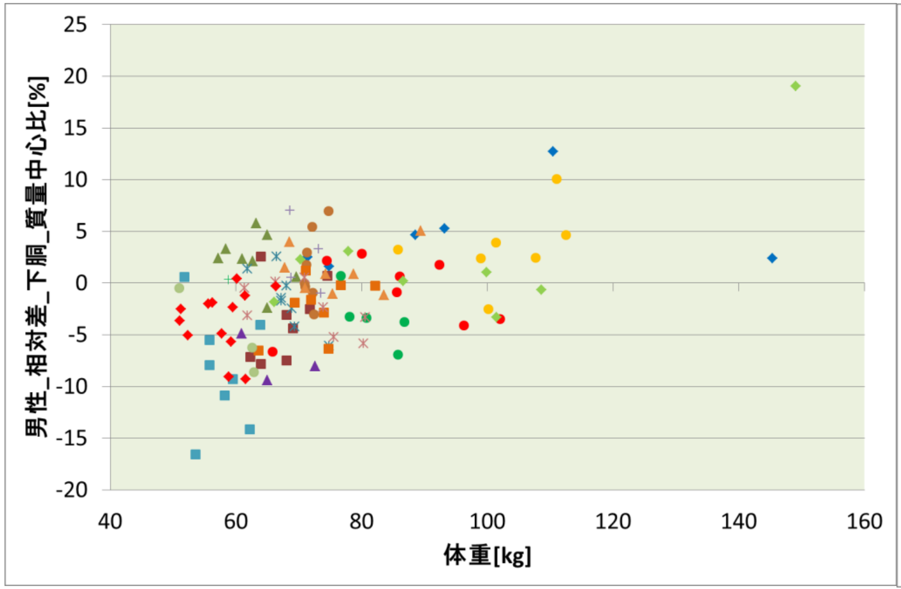


図 C-2-1 (a) 男性の頭の質量中心比の相対差[%]

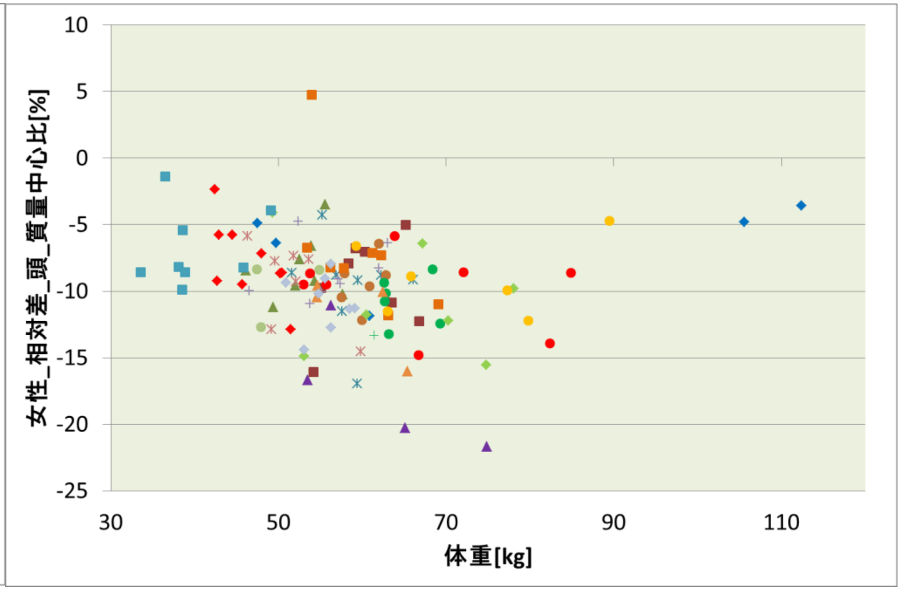


図 C-2-1 (b) 女性の頭の質量中心比の相対差[%]

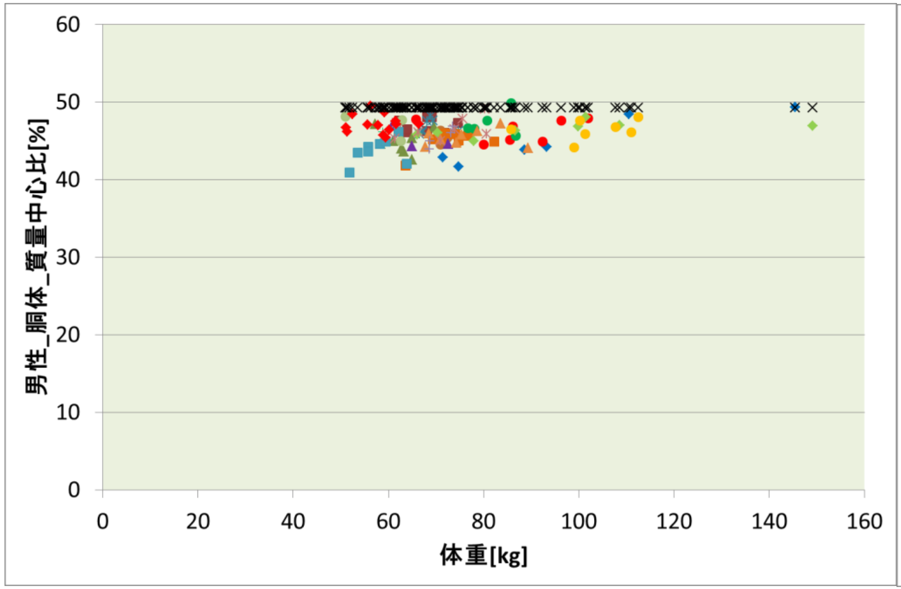


図 B-2-2 (a)　男性の胴体の質量中心比[%]

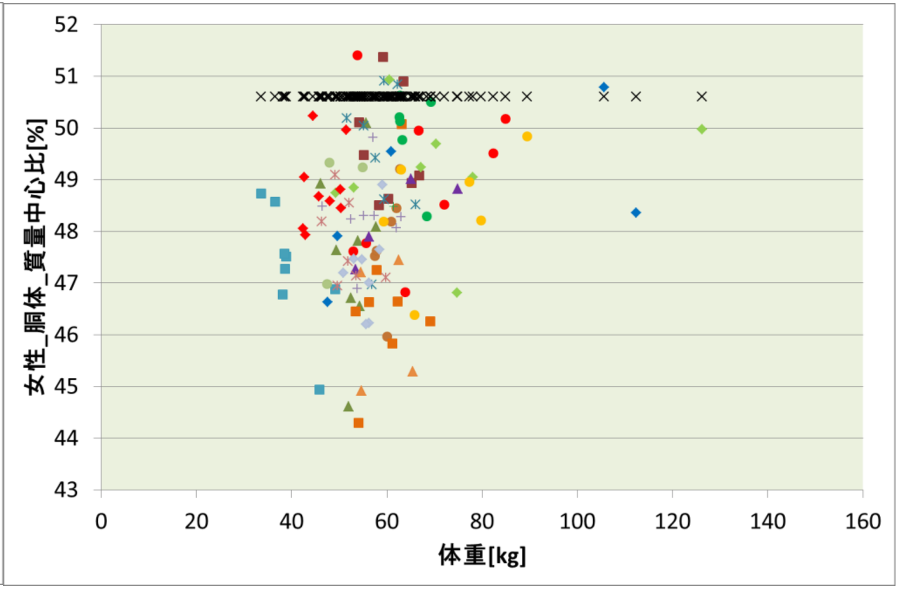


図 B-2-2 (b)　女性の胴体の質量中心比[%]

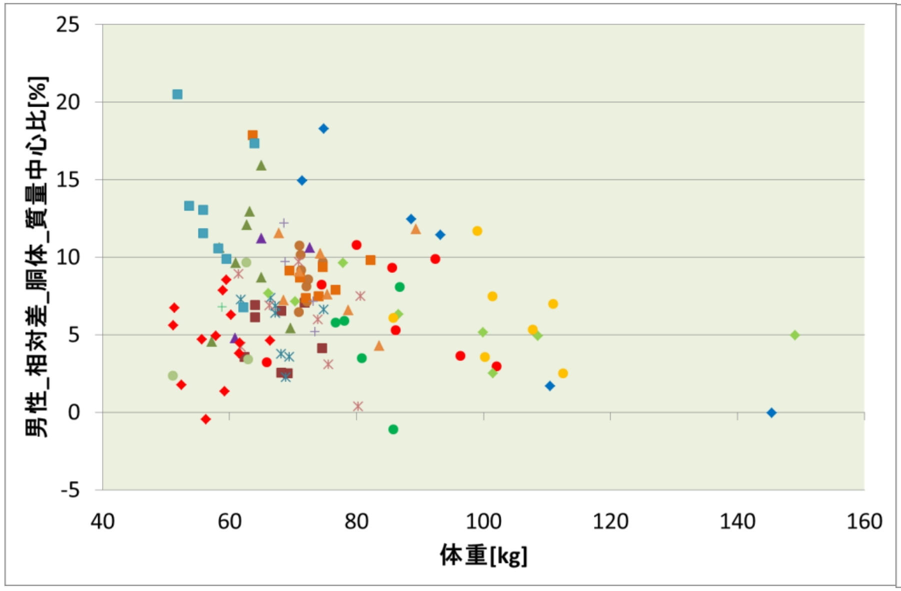


図 C-2-2 (a)　男性の胴体の質量中心比の相対差[%]

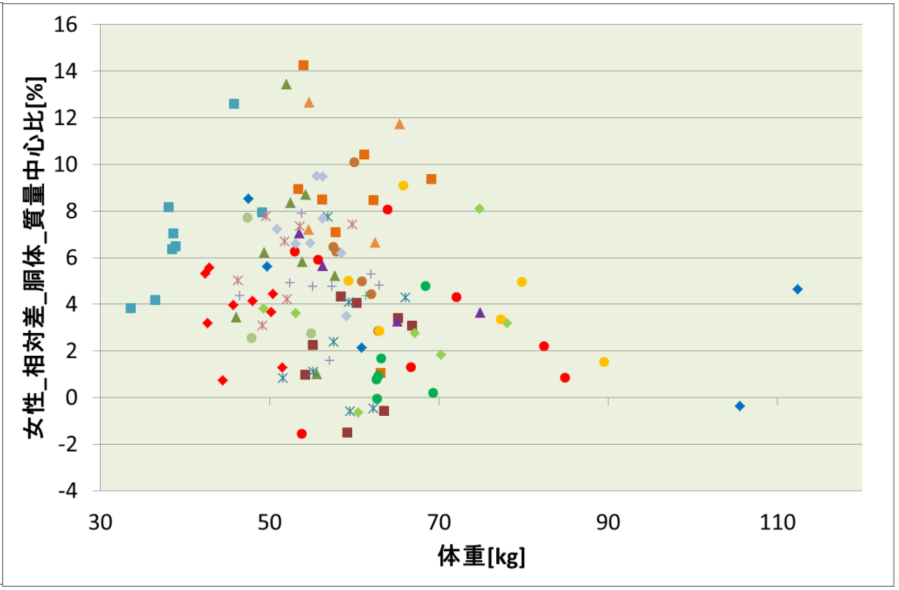


図 C-2-2 (b)　女性の胴体の質量中心比の相対差[%]

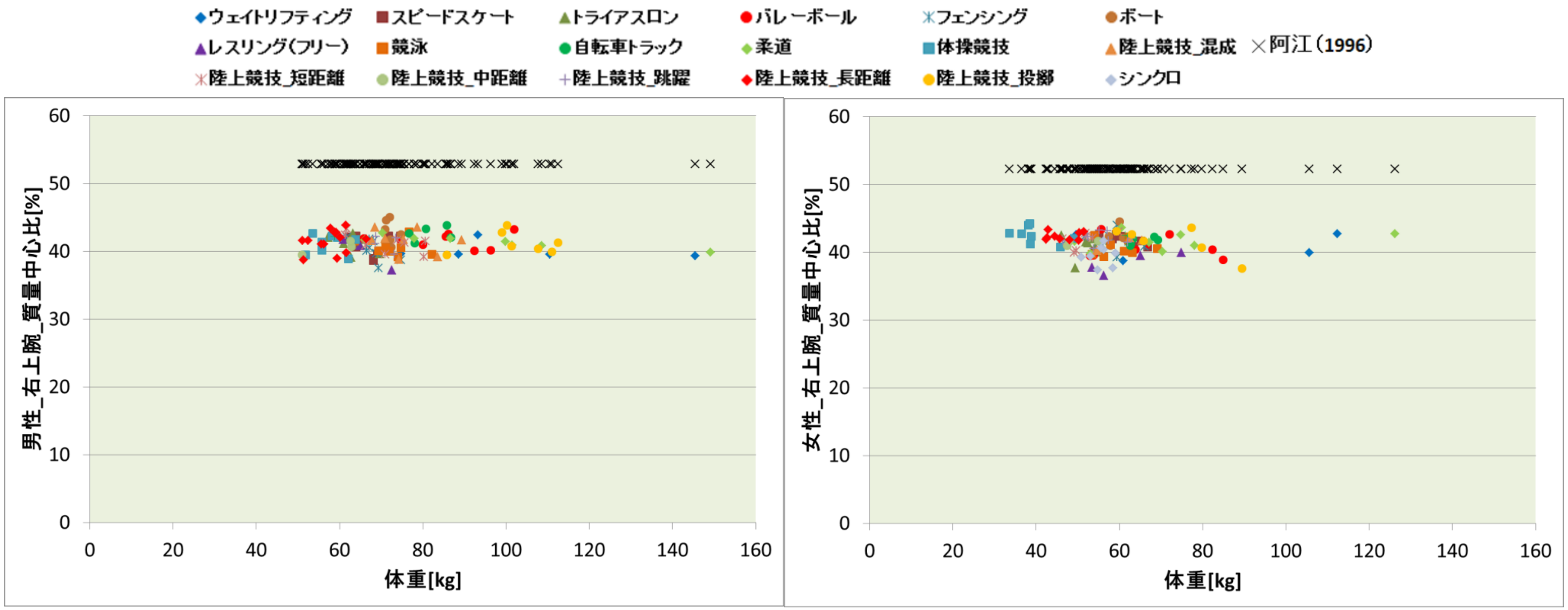


図 B-2-3 (a)　男性の右上腕の質量中心比[%]

図 B-2-3 (b)　女性の右上腕の質量中心比[%]

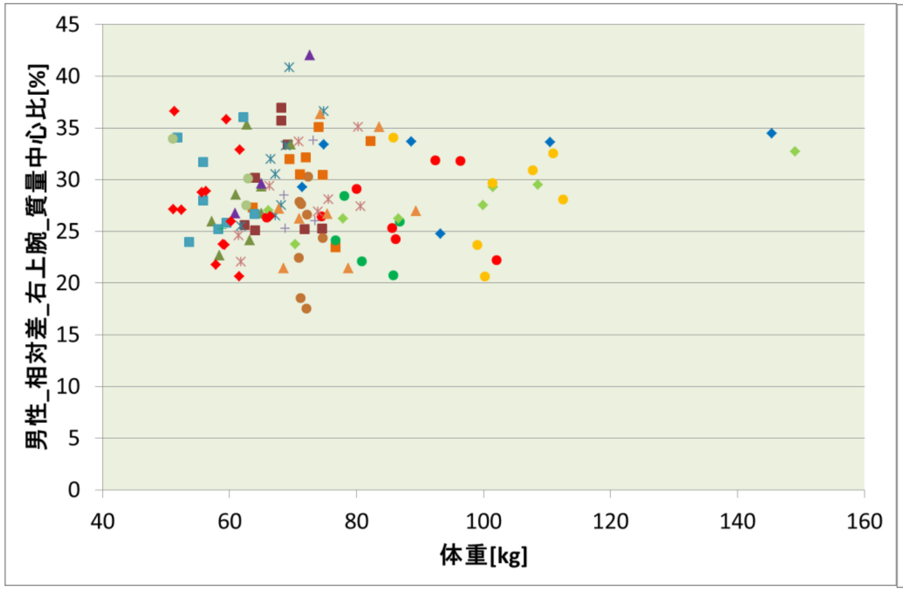


図 C-2-3 (a)　男性の右上腕の質量中心比の相対差[%]

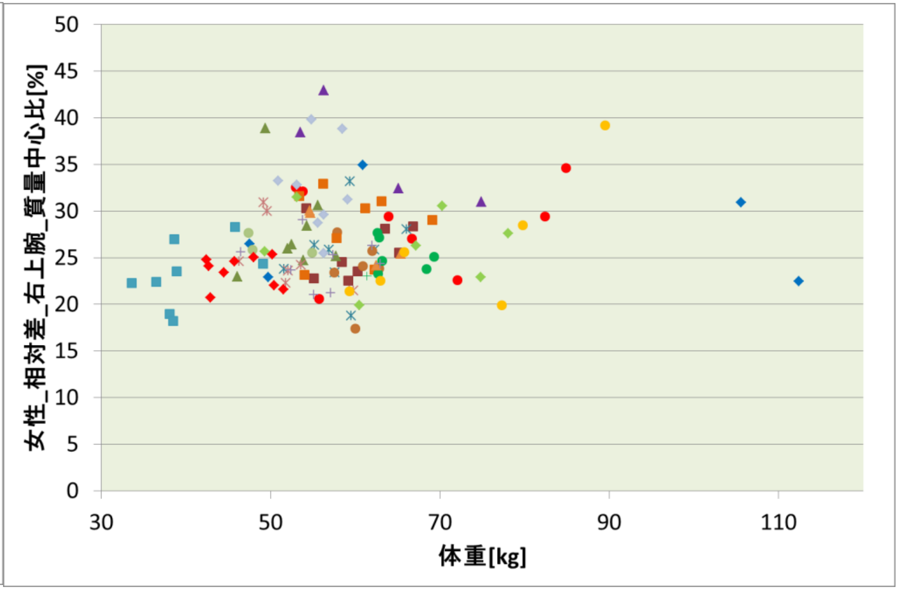


図 C-2-3 (b)　女性の右上腕の質量中心比の相対差[%]

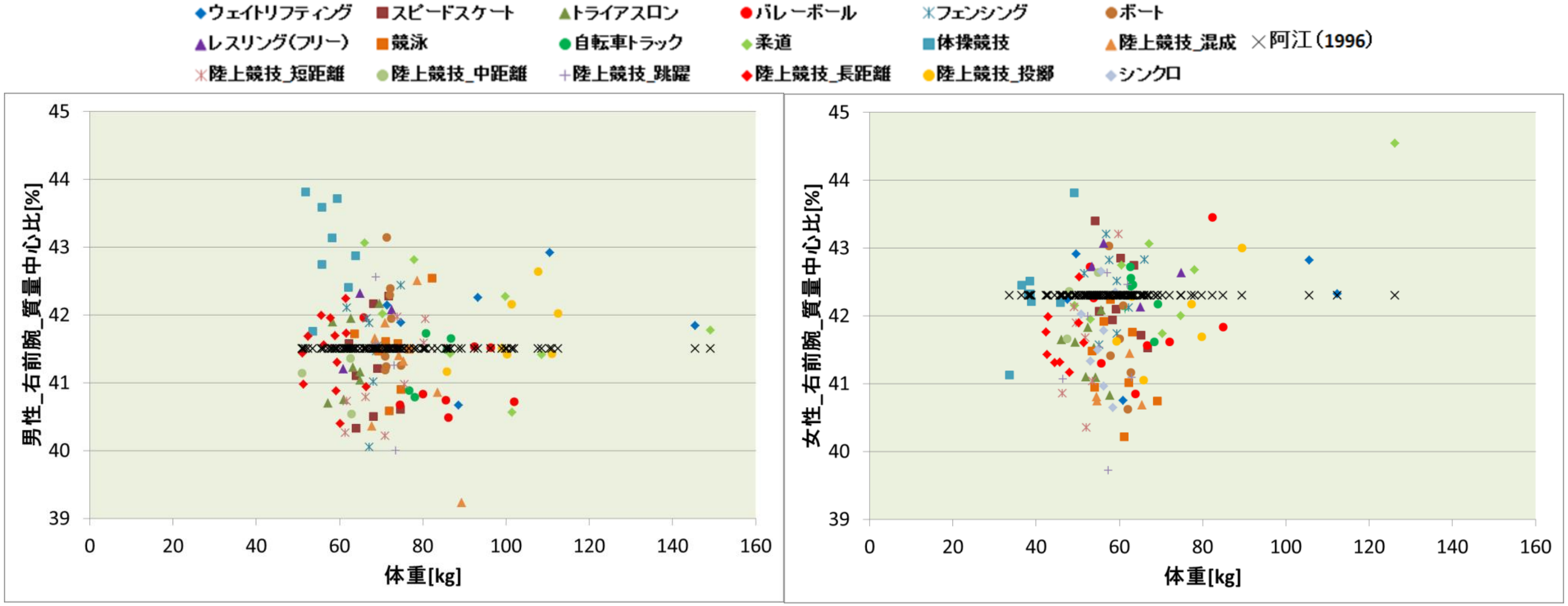


図 B-2-4 (a)　男性の右前腕の質量中心比[%]

図 B-2-4 (b)　女性の右前腕の質量中心比[%]

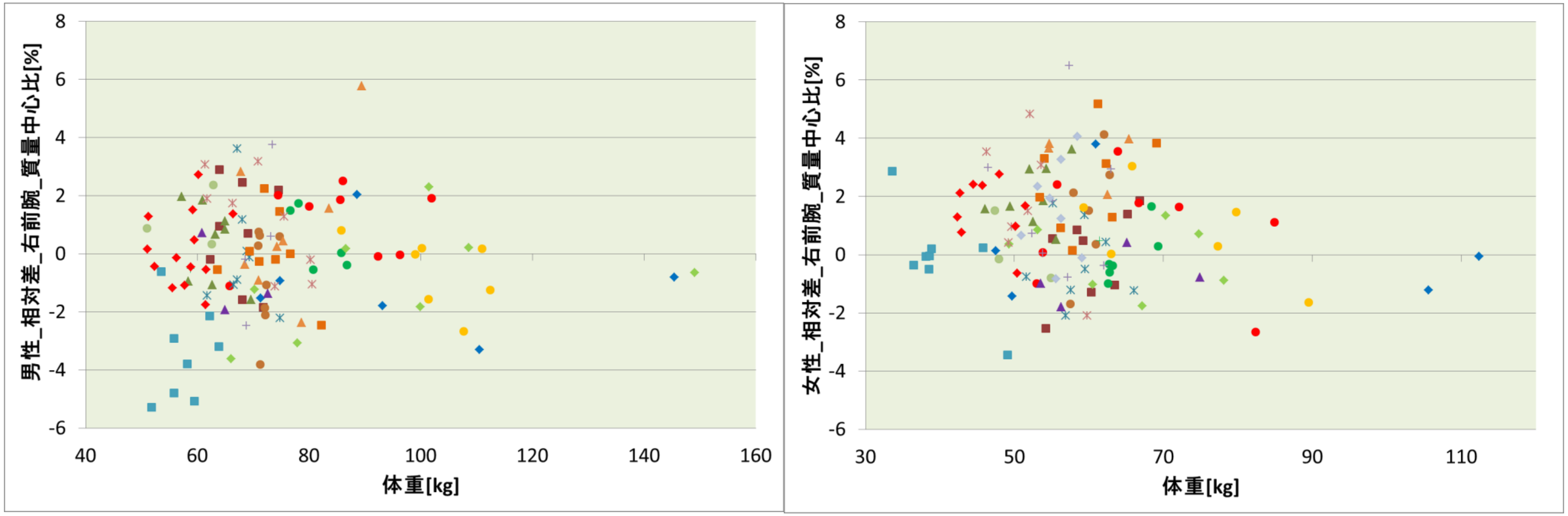


図 C-2-4 (a)　男性の右前腕の質量中心比の相対差[%]

図 C-2-4 (b)　女性の右前腕の質量中心比の相対差[%]

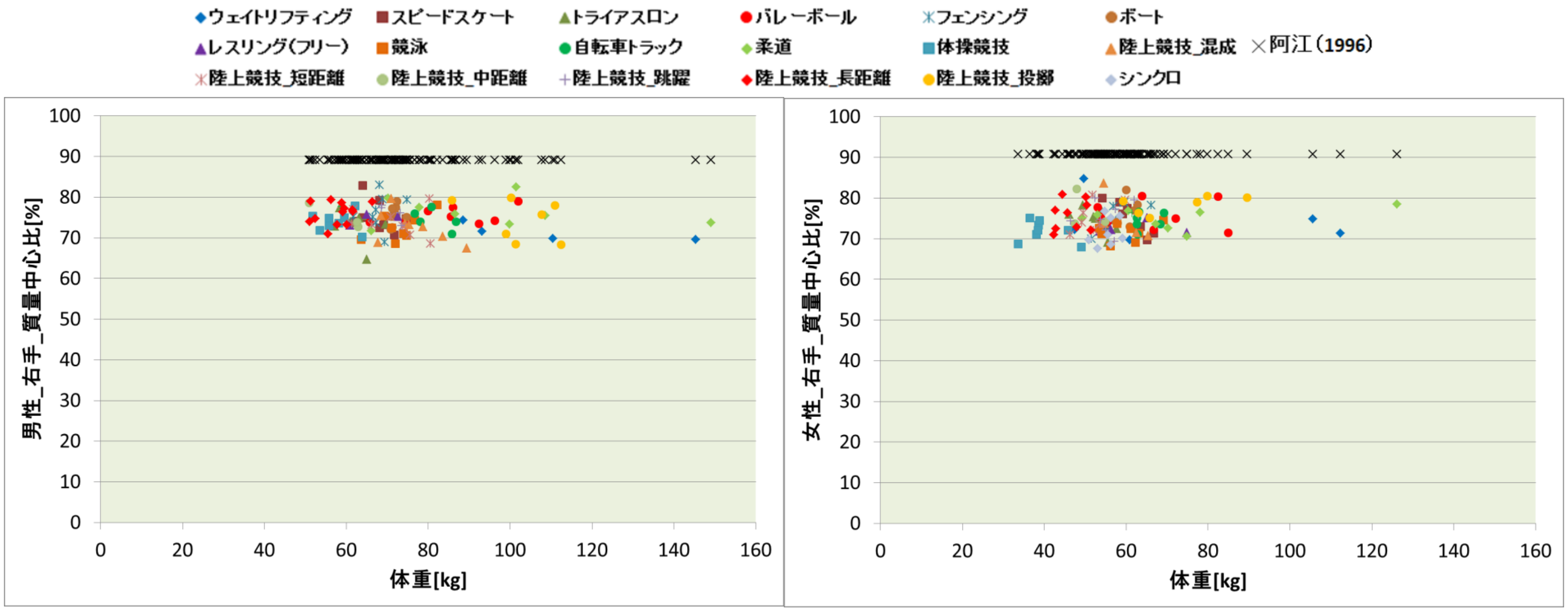


図 B-2-5 (a)　男性の右手の質量中心比[%]

図 B-2-5 (b)　女性の右手の質量中心比[%]

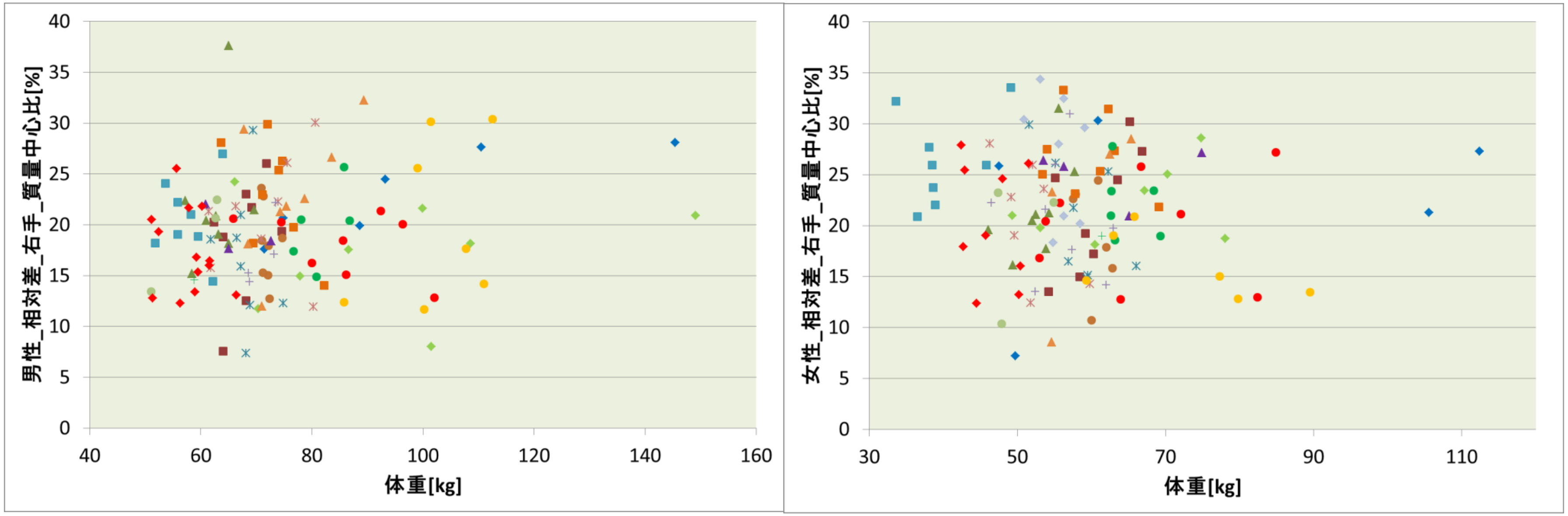
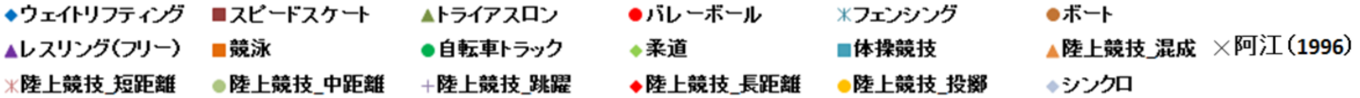


図 C-2-5 (a)　男性の右手の質量中心比の相対差[%]

図 C-2-5 (b)　女性の右手の質量中心比の相対差[%]



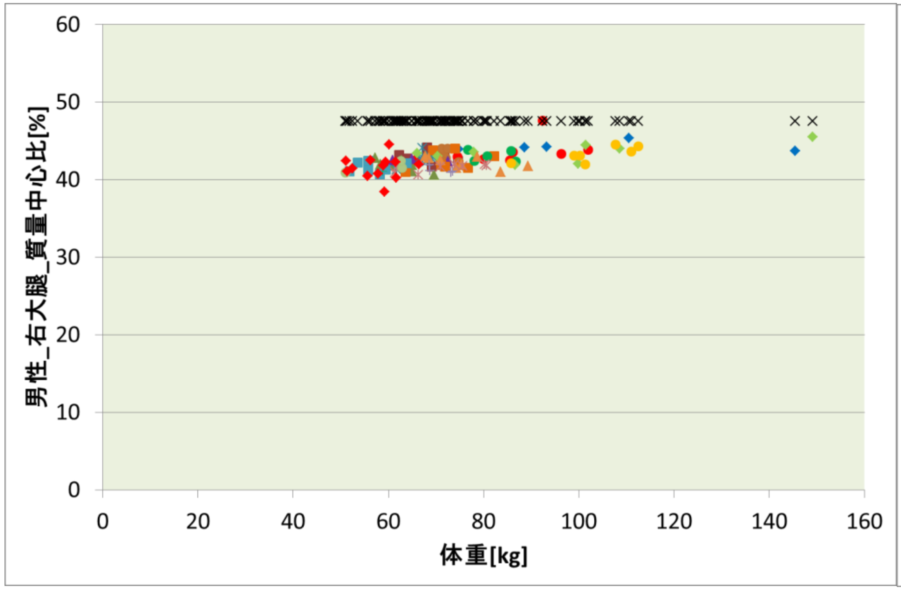


図 B-2-6 (a)　男性の右大腿の質量中心比[%]

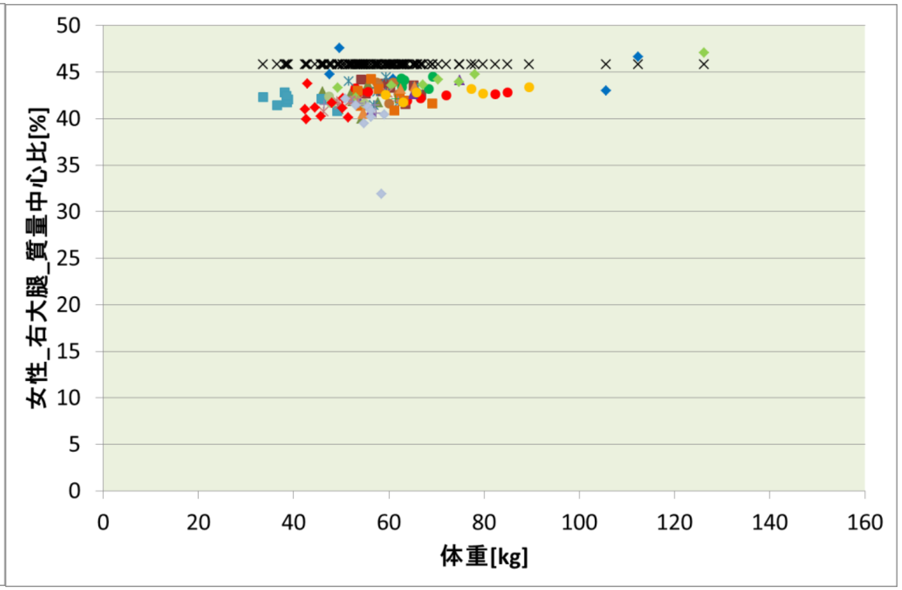


図 B-2-6 (b)　女性の右大腿の質量中心比[%]

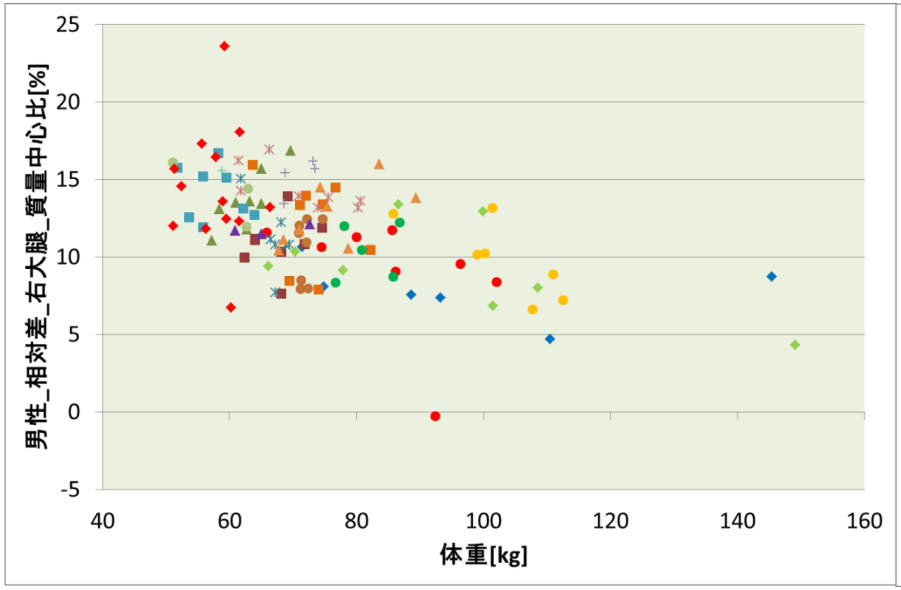


図 C-2-6 (a)　男性の右大腿の質量中心比の相対差[%]

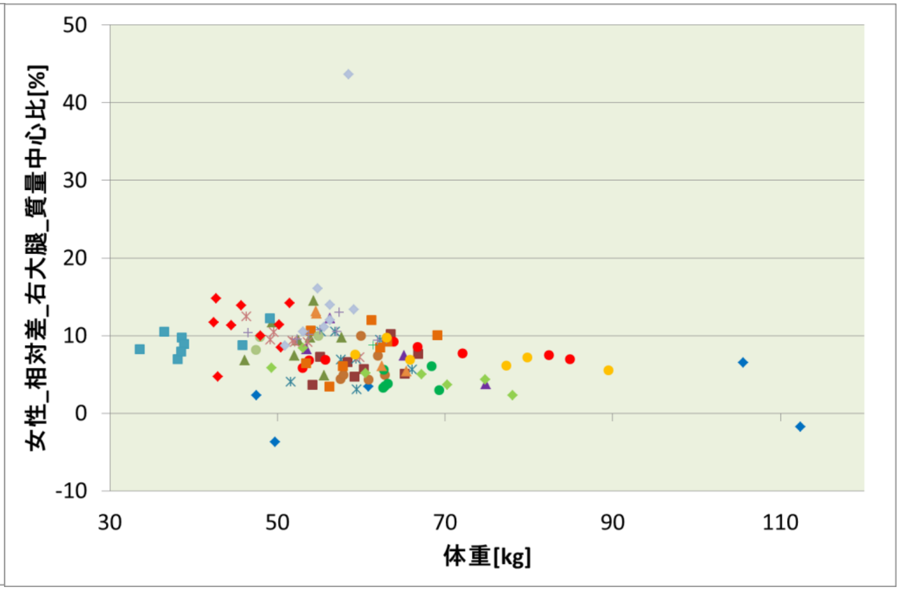
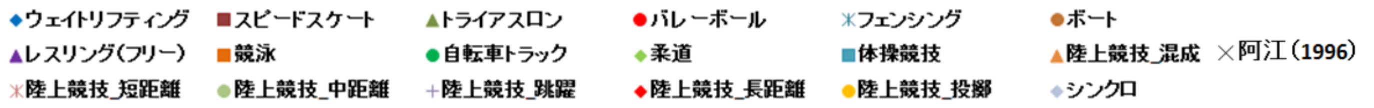


図 C-2-6 (b)　女性の右大腿の質量中心比の相対差[%]



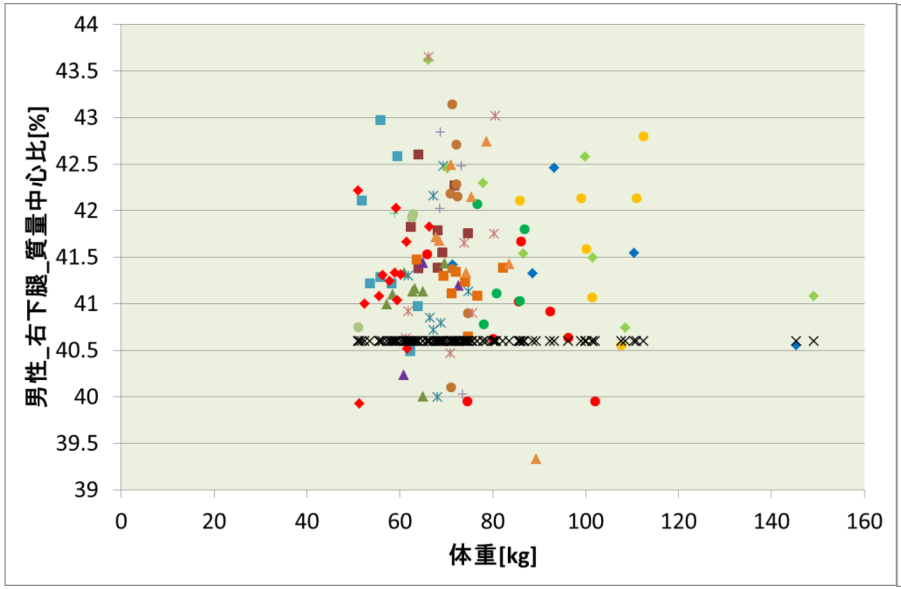


図 B-2-7 (a)　男性の右下腿の質量中心比[%]

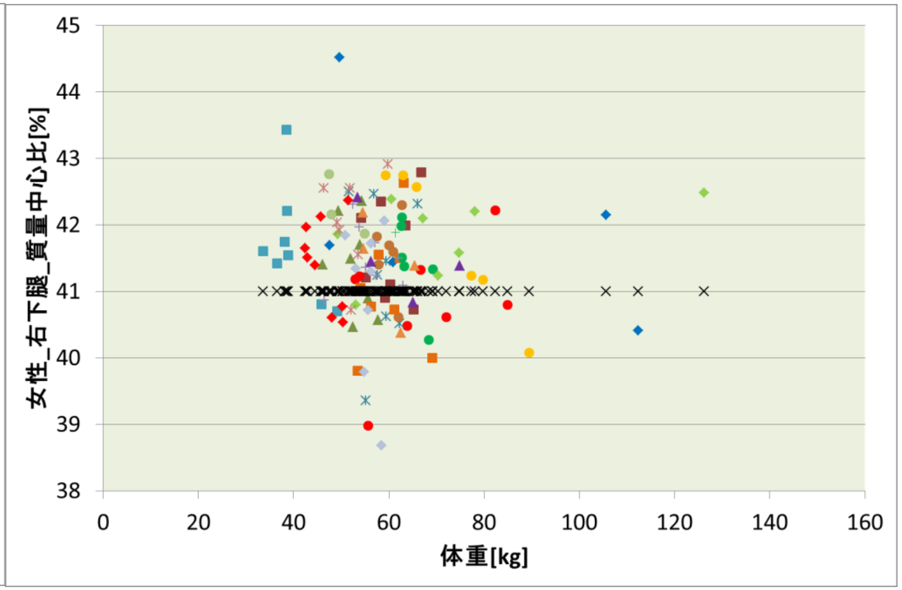


図 B-2-7 (b)　女性の右下腿の質量中心比[%]

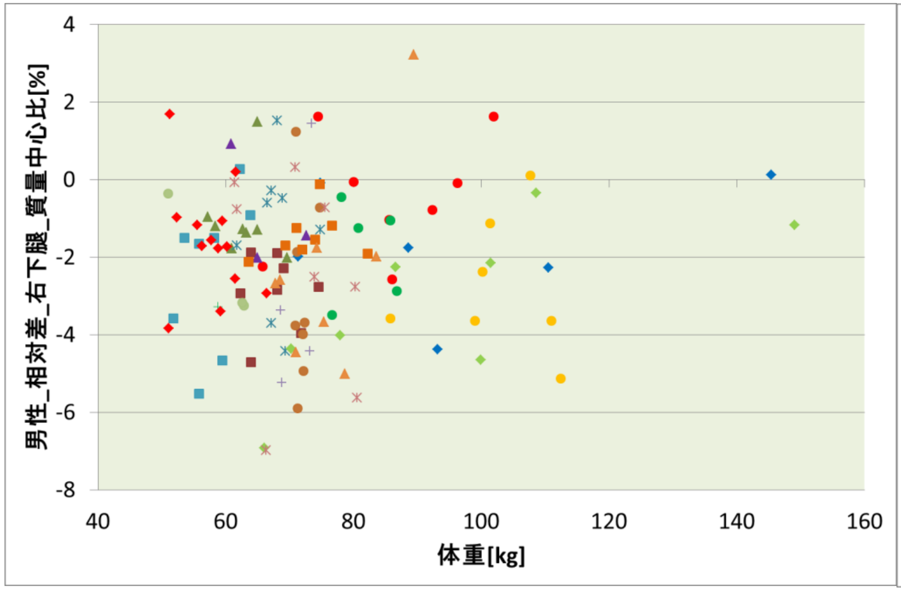


図 C-2-7 (a)　男性の右下腿の質量中心比の相対差[%]

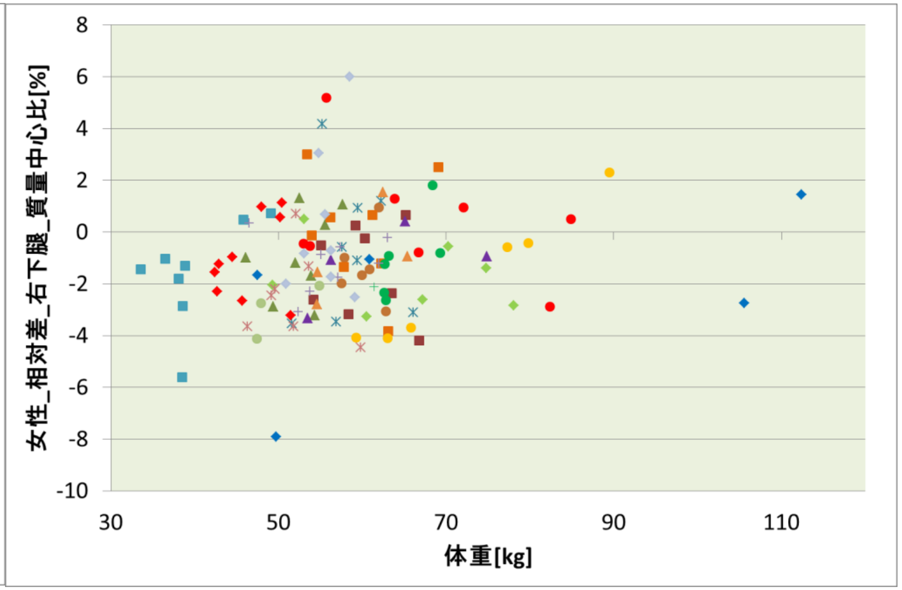


図 C-2-7 (b)　女性の右下腿の質量中心比の相対差[%]

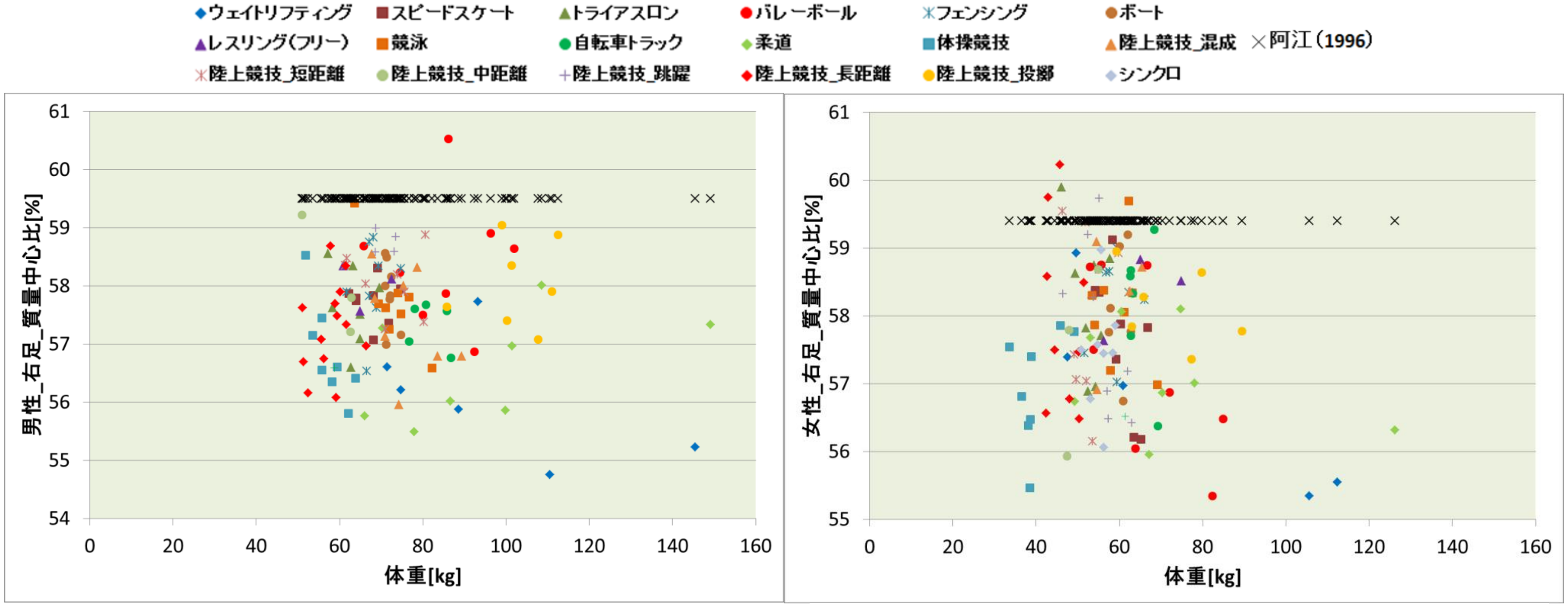


図 B-2-8 (a)　男性の右足の質量中心比[%]

図 B-2-8 (b)　女性の右足の質量中心比[%]

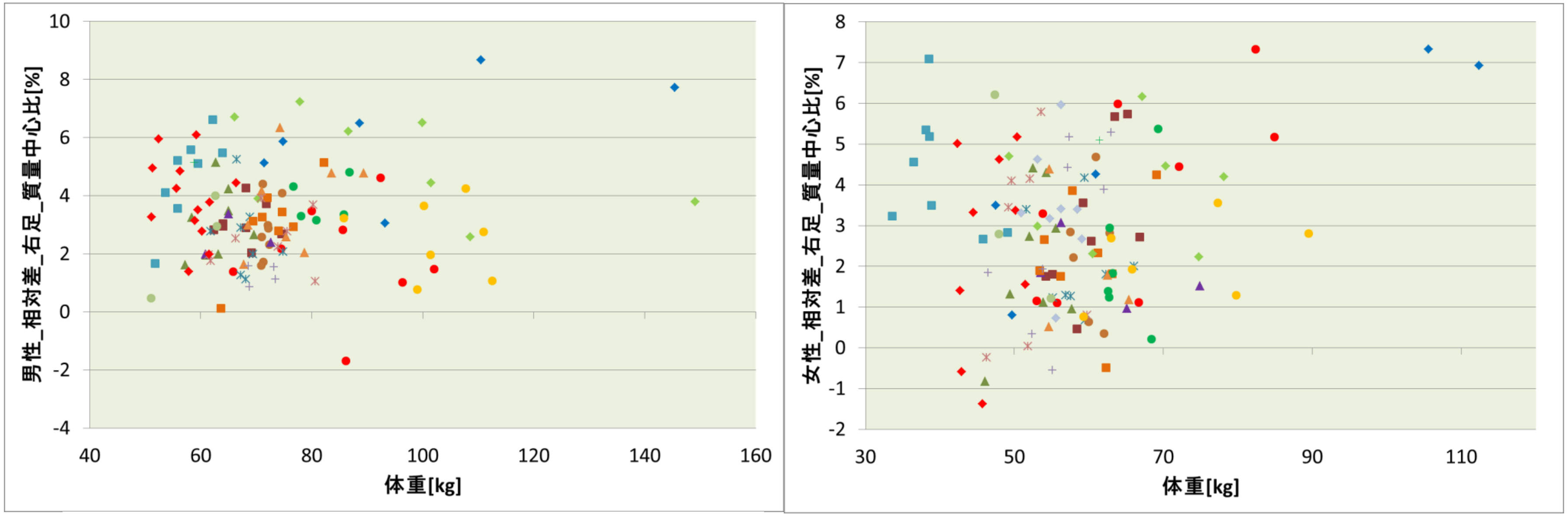


図 C-2-8 (a)　男性の右足の質量中心比の相対差[%]

図 C-2-8 (b)　女性の右足の質量中心比の相対差[%]

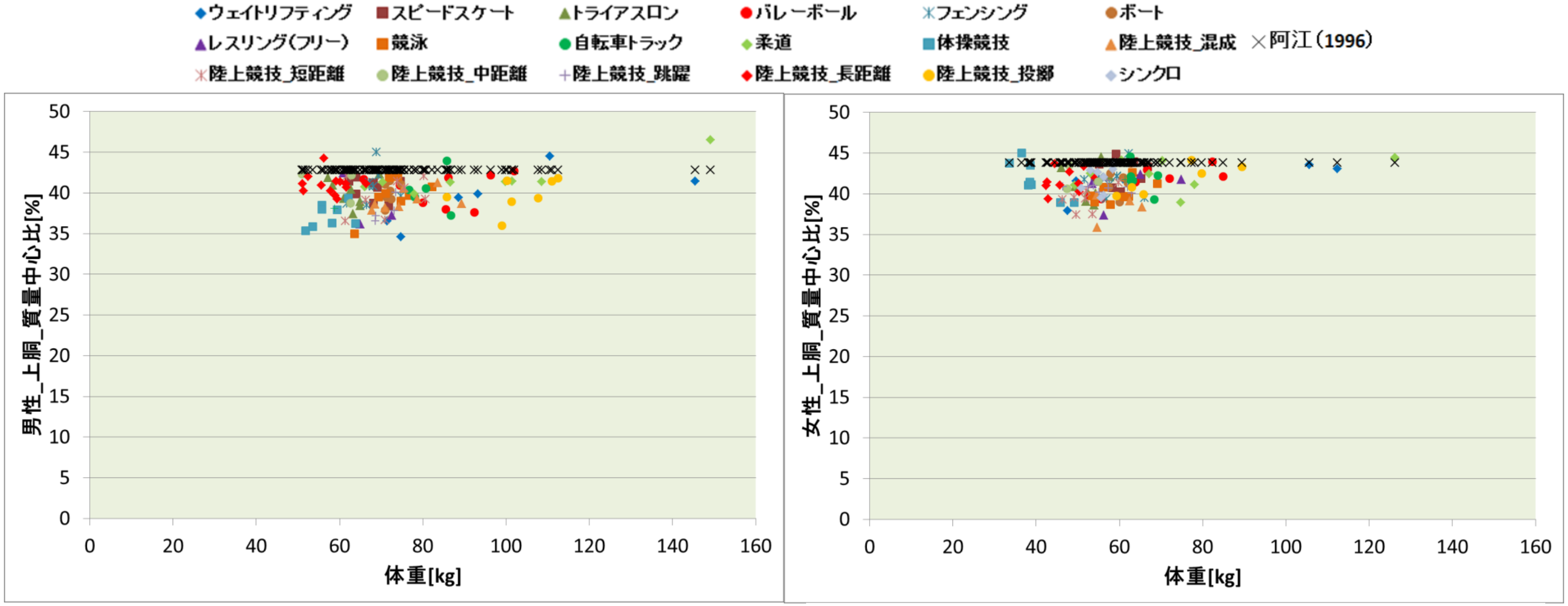


図 B-2-9 (a)　男性の上胴の質量中心比[%]　　図 B-2-9 (b)　女性の上胴の質量中心比[%]

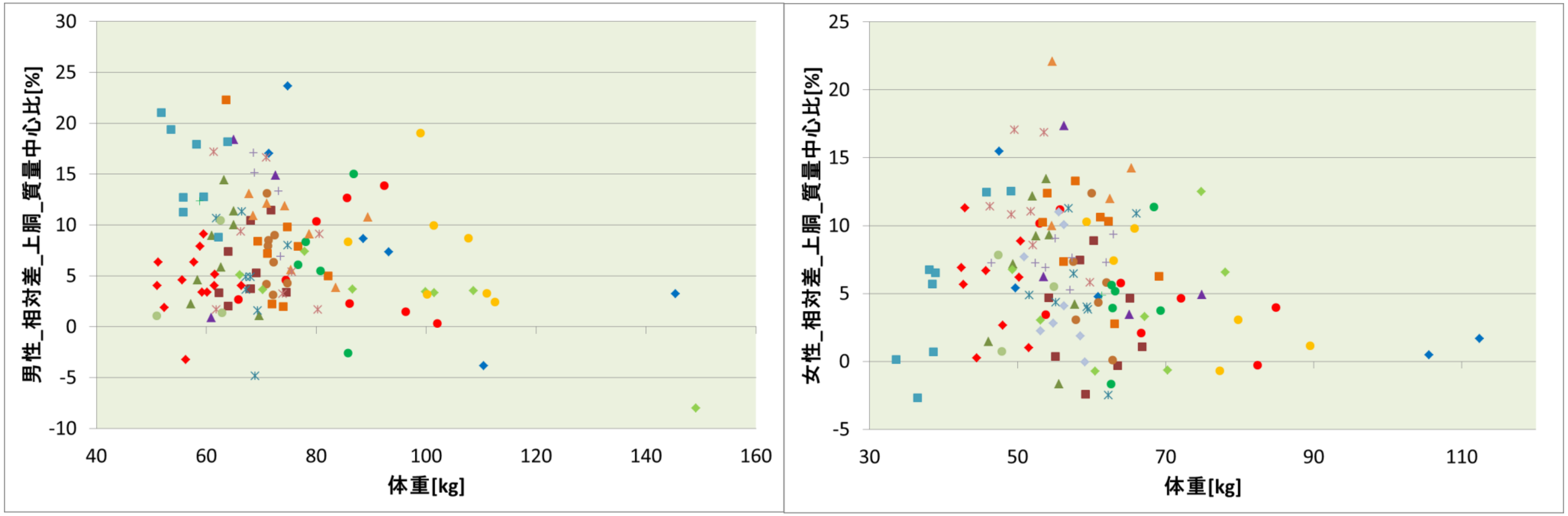


図 C-2-9 (a)　男性の上胴の質量中心比の相対差[%]　　図 C-2-9 (b)　女性の上胴の質量中心比の相対差[%]

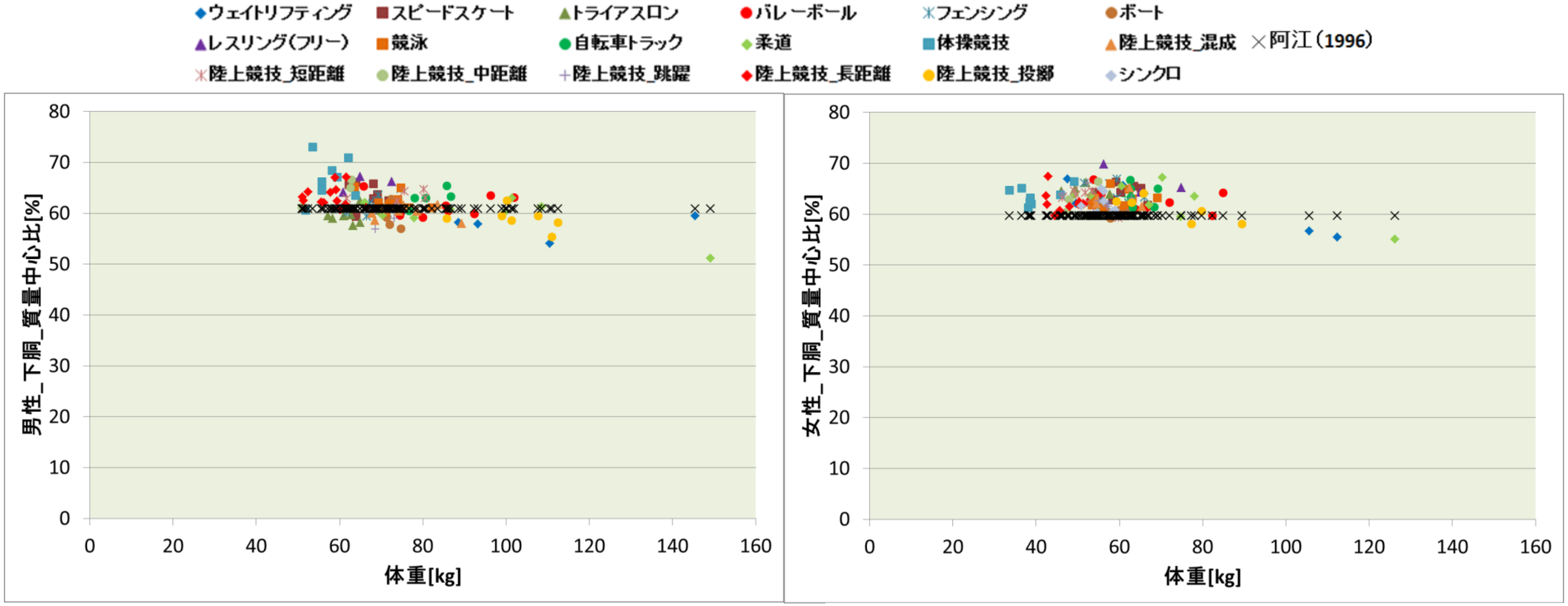


図 B-2-10 (a)　男性の下胴の質量中心比[%]

図 B-2-10 (b)　女性の下胴の質量中心比[%]

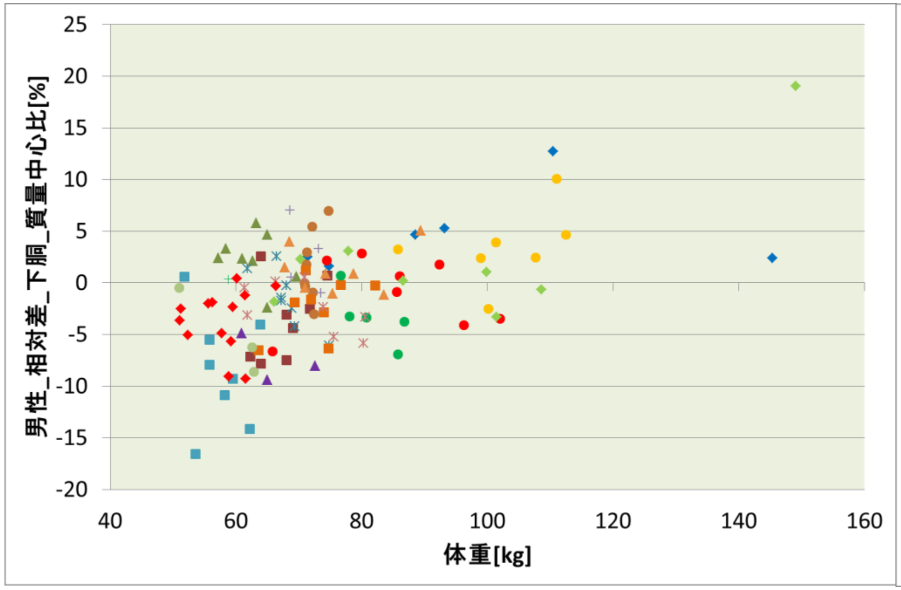


図 C-2-10 (a)　男性の下胴の質量中心比の相対差[%]

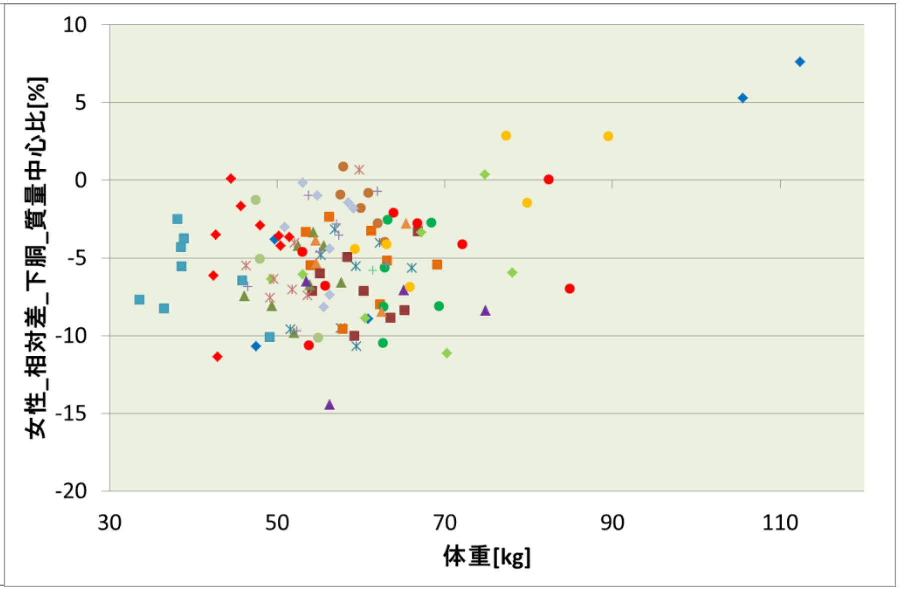
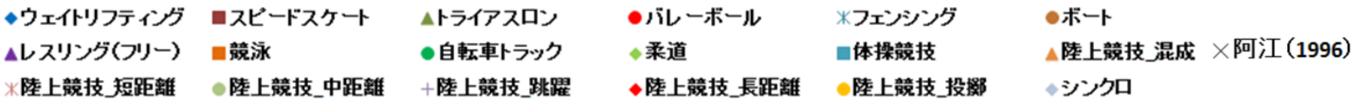


図 C-2-9 (b)　女性の下胴の質量中心比の相対差[%]



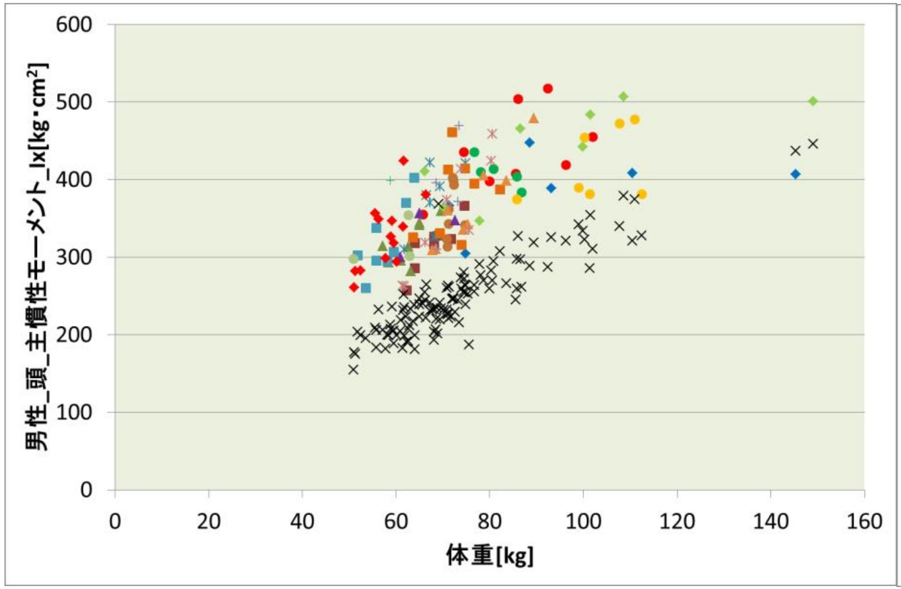


図 B-3-1 (a)　男性の頭の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

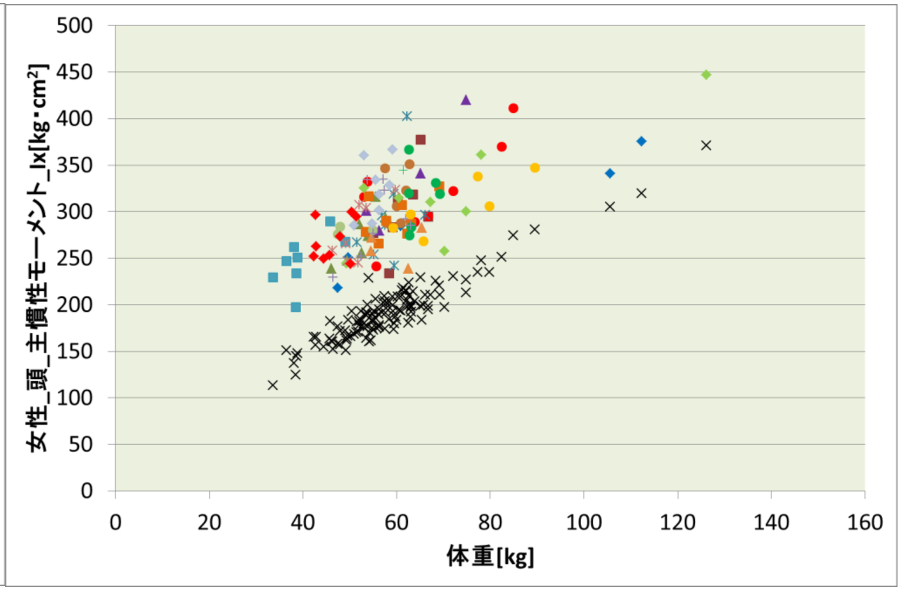


図 B-3-1 (b)　女性の頭の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

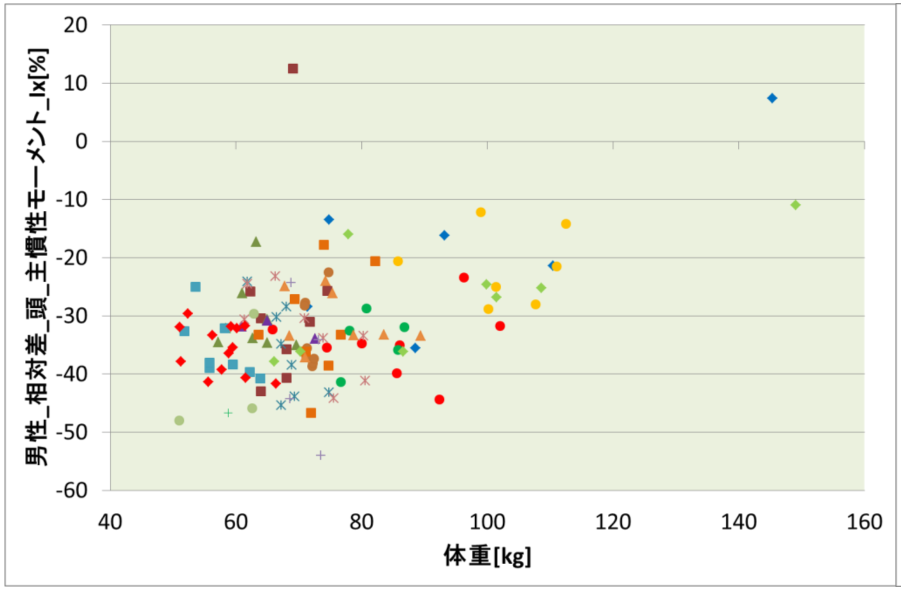


図 C-3-1 (a)　男性の頭の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

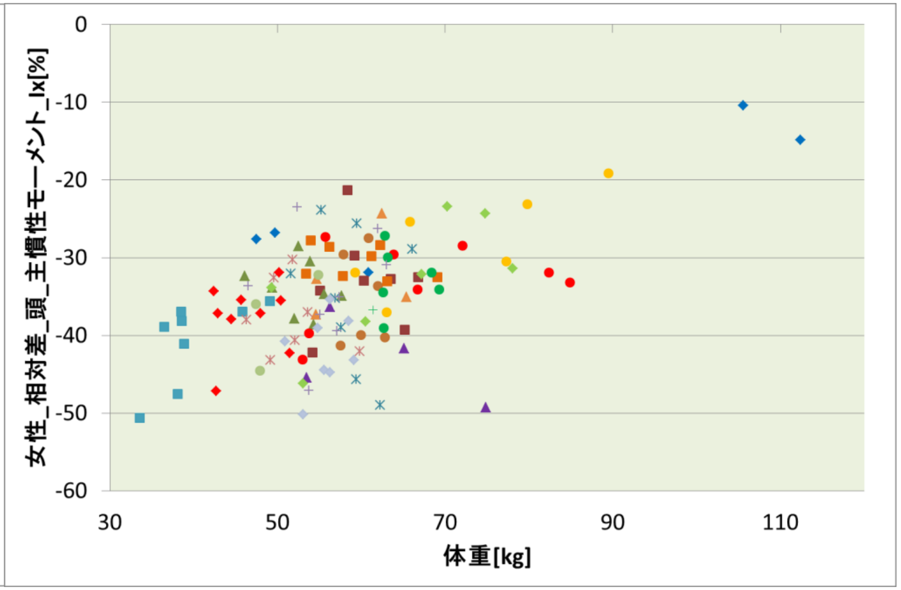


図 C-3-1 (b)　女性の頭の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

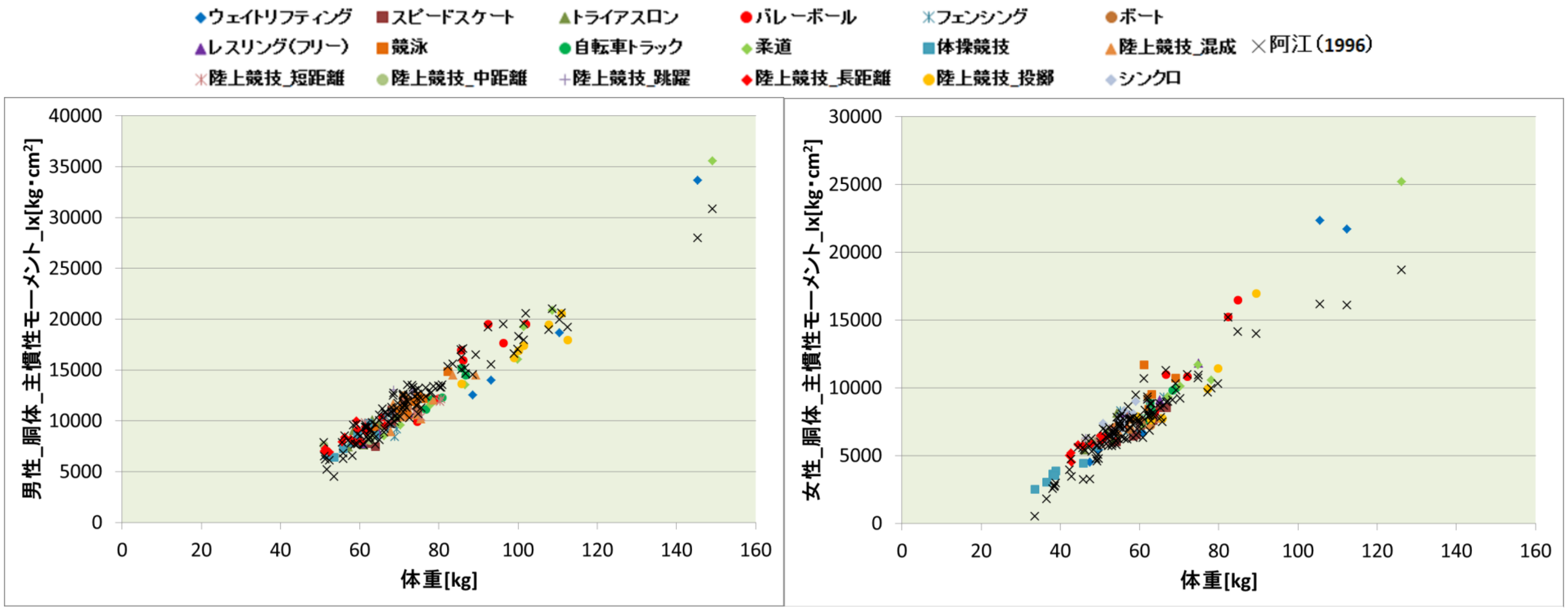


図 B-3-2 (a)　男性の胴体の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-3-2 (b)　女性の胴体の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

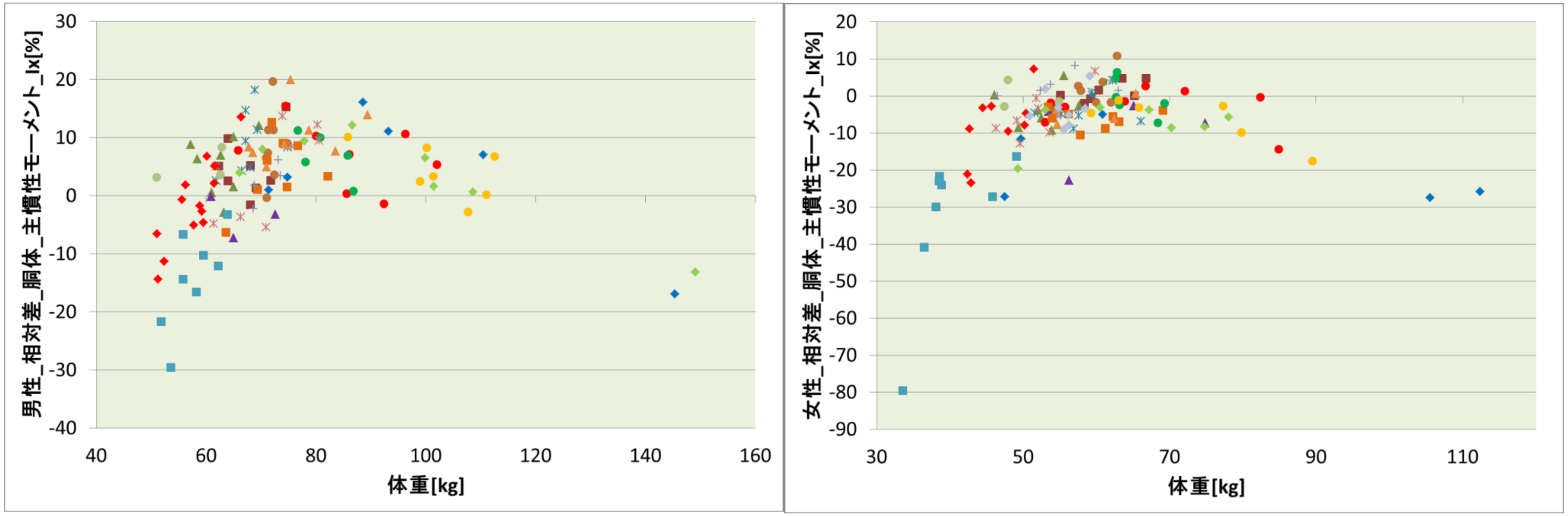
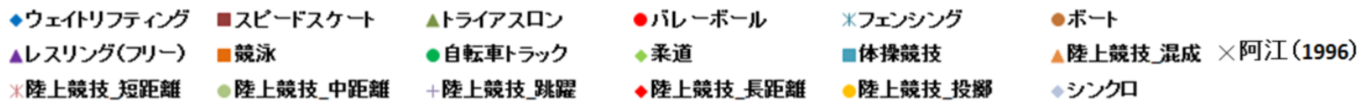
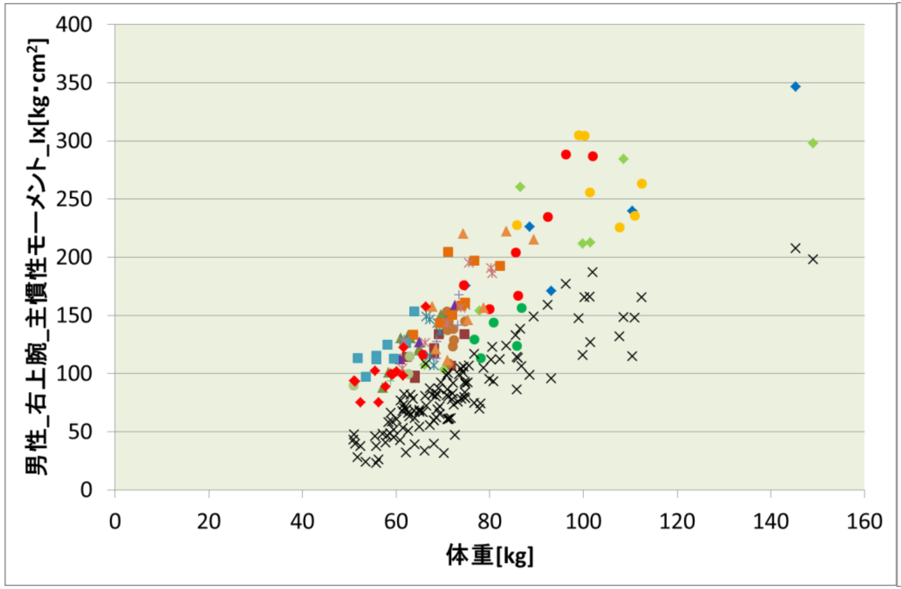


図 C-3-2 (a)　男性の胴体の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-3-2 (b)　女性の胴体の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]





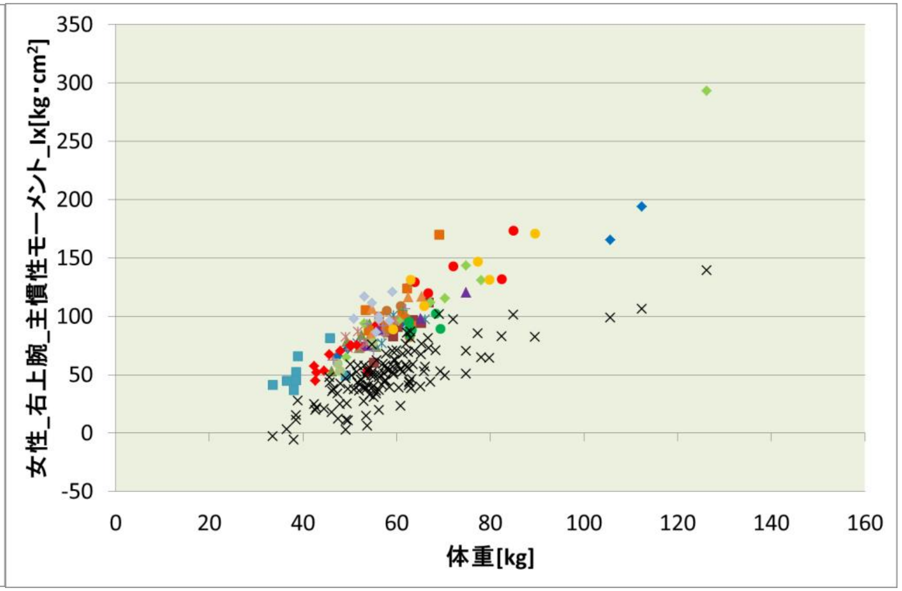
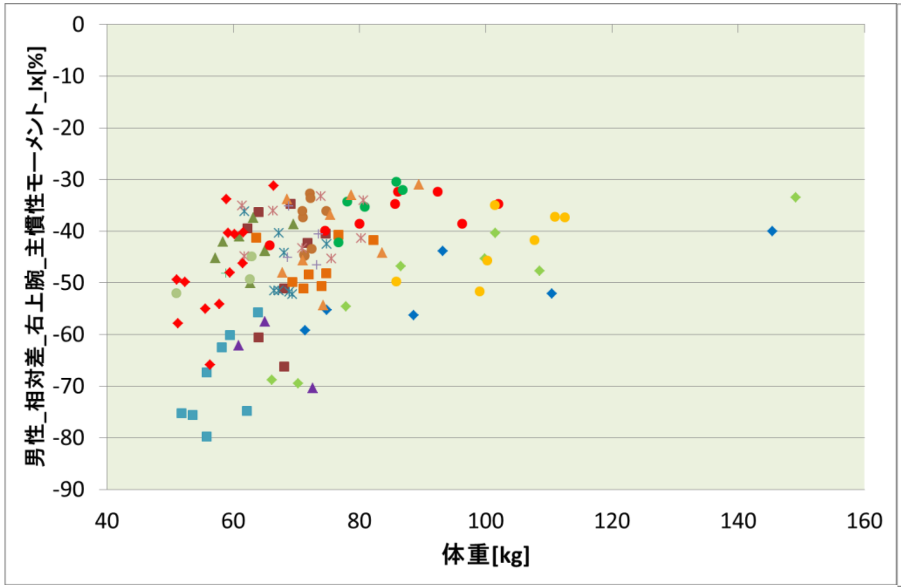


図 B-3-3 (a) 男性の右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-3-3 (b) 女性の右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]



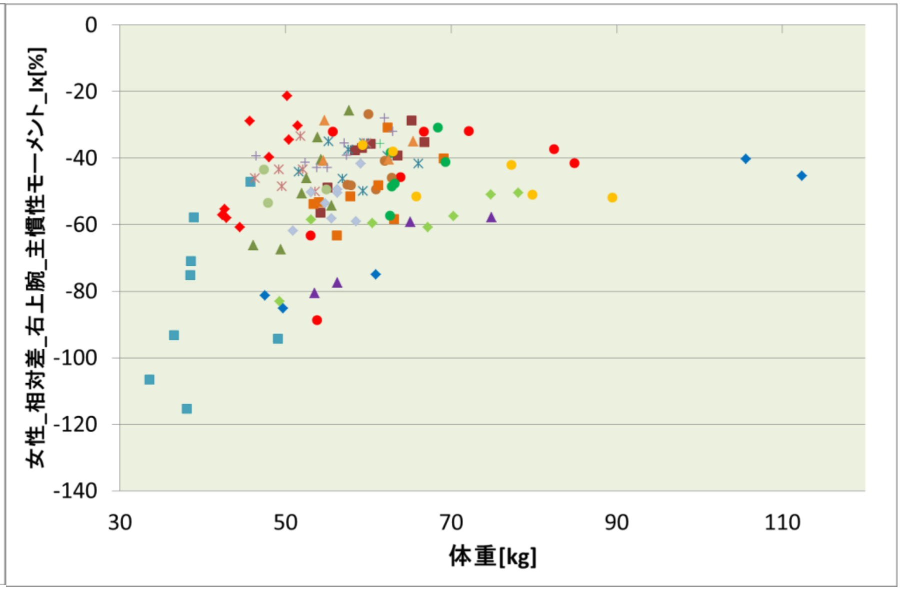
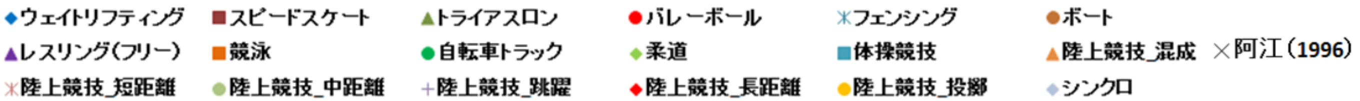


図 C-3-3 (a) 男性の右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-3-3 (b) 女性の右上腕の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



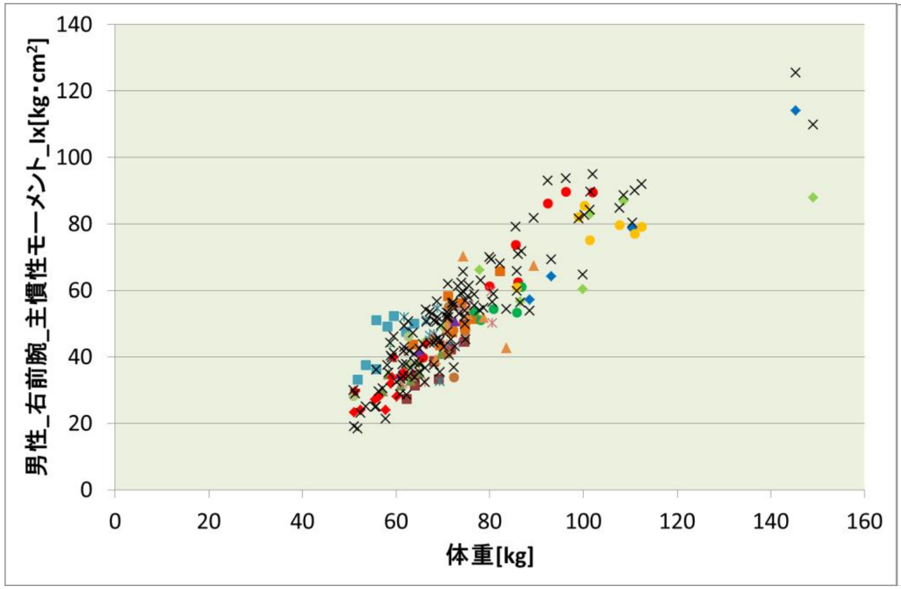


図 B-3-4 (a)　男性の右前腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

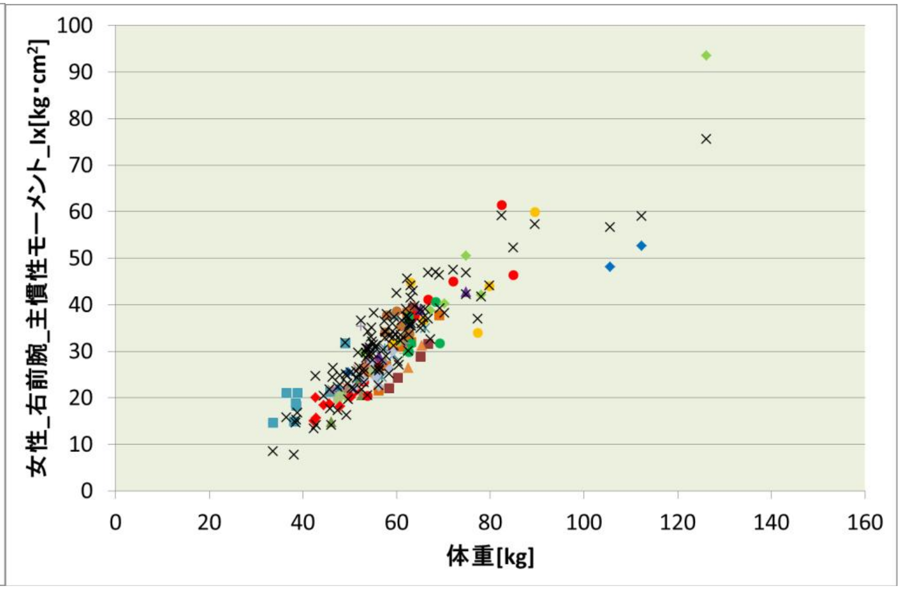


図 B-3-4 (b)　女性の右前腕の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

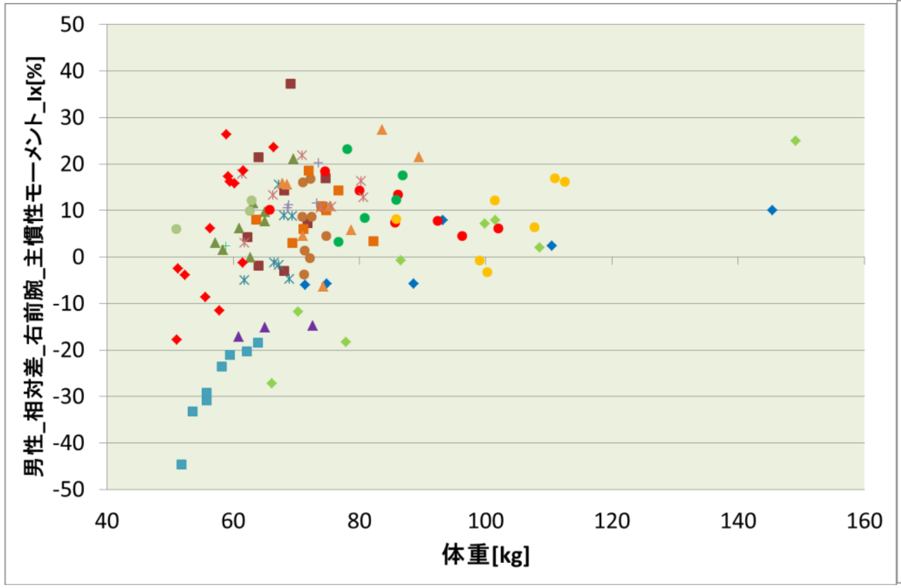


図 C-3-4 (a)　男性の右前腕の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

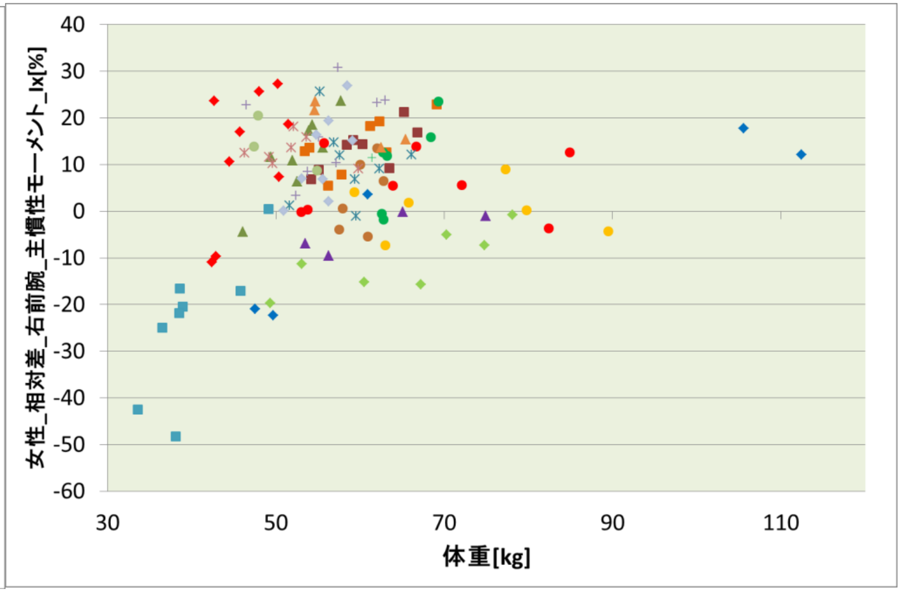


図 C-3-4 (b)　女性の右前腕の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

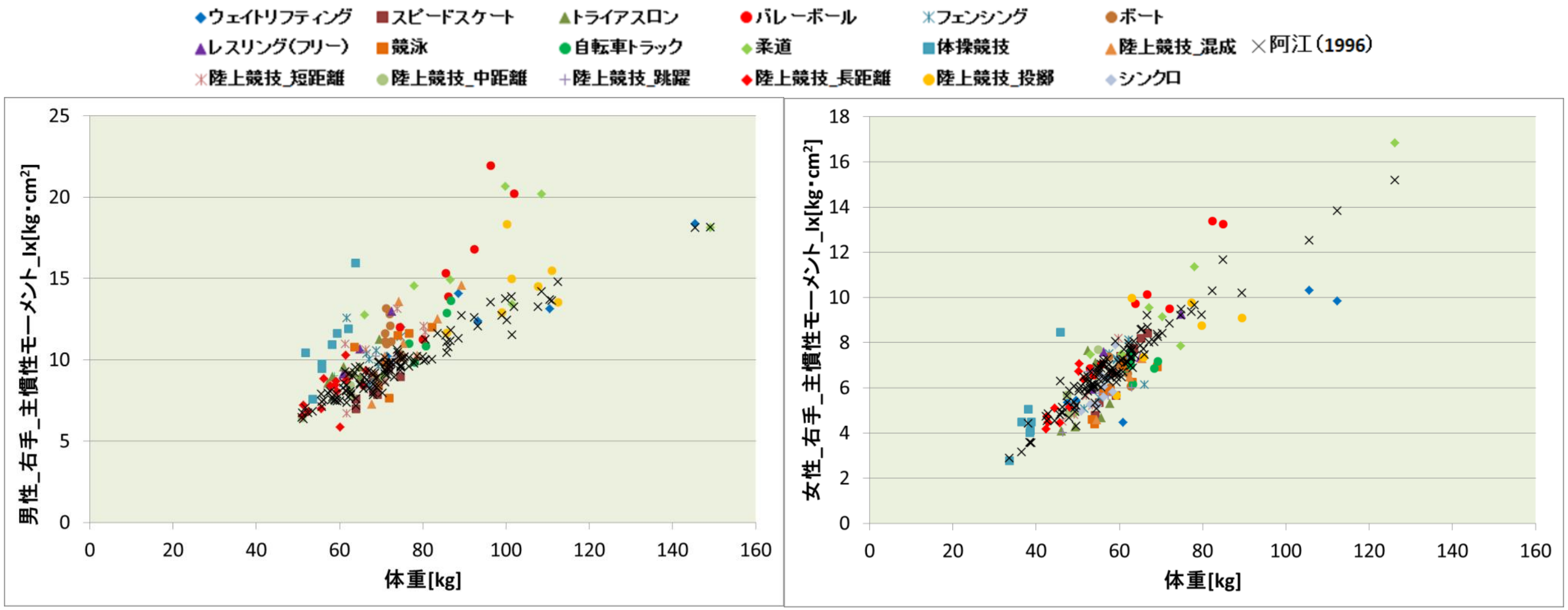


図 B-3-5 (a)　男性の右手の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]　図 B-3-5 (b)　女性の右手の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

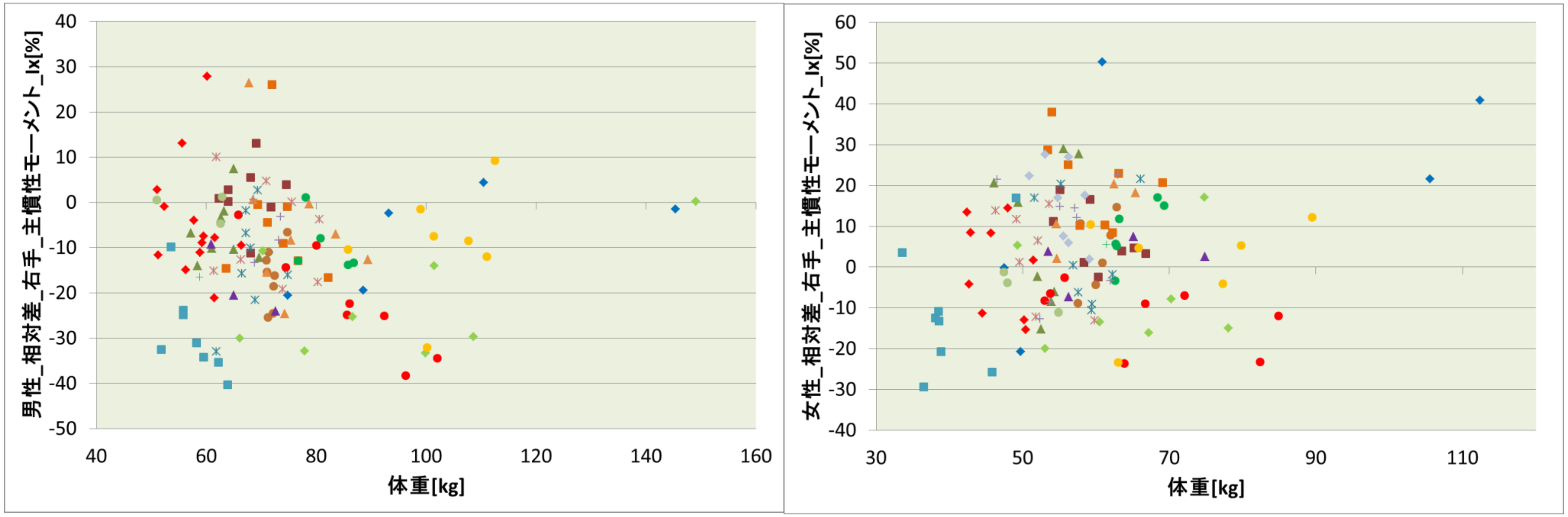
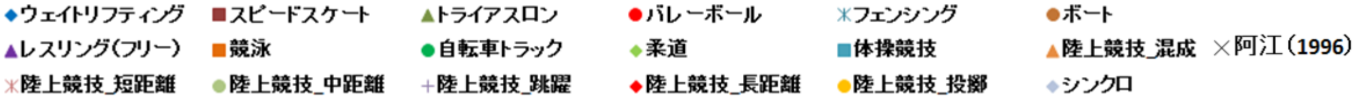


図 C-3-5 (a)　男性の右手の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-3-5 (b)　女性の右手の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



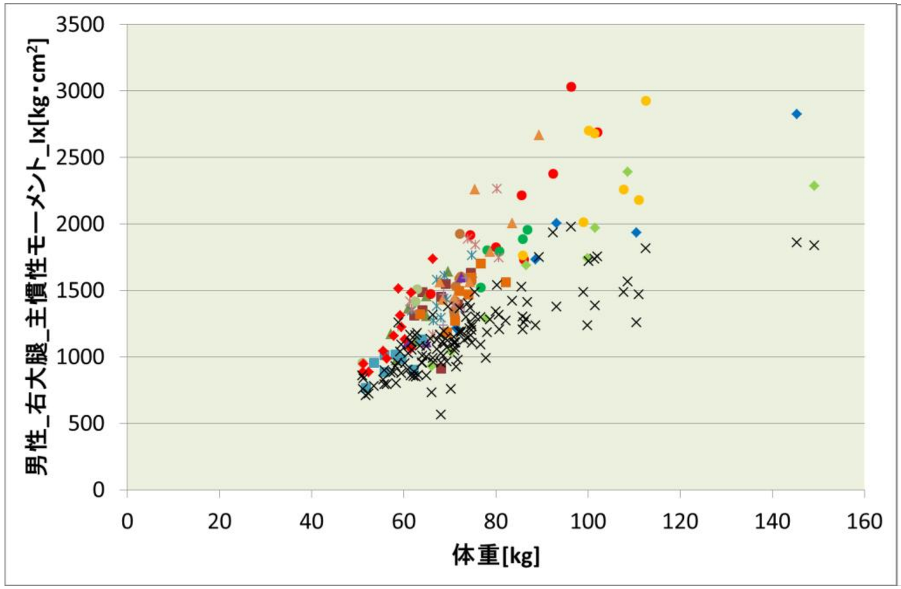


図 B-3-6 (a)　男性の右大腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

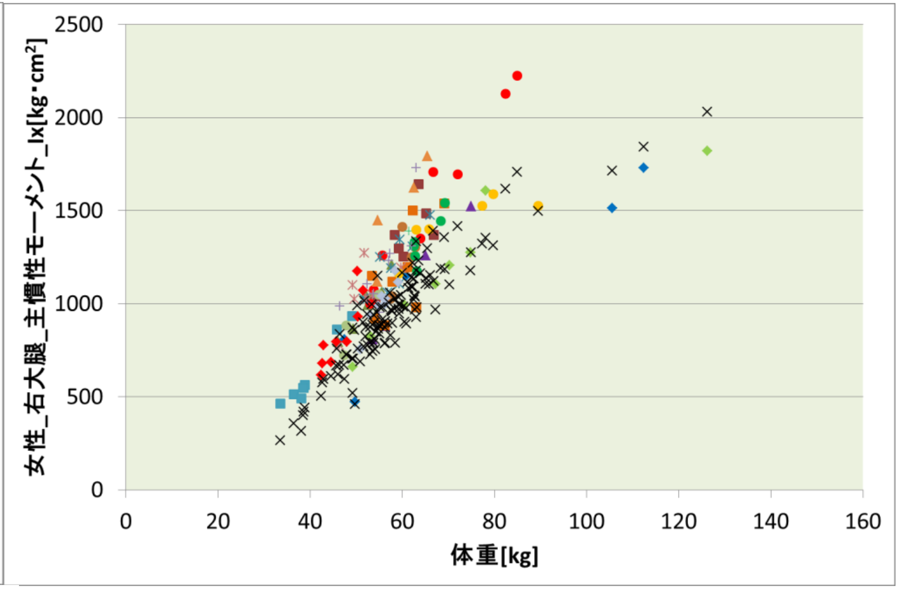


図 B-3-6 (b)　女性の右大腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

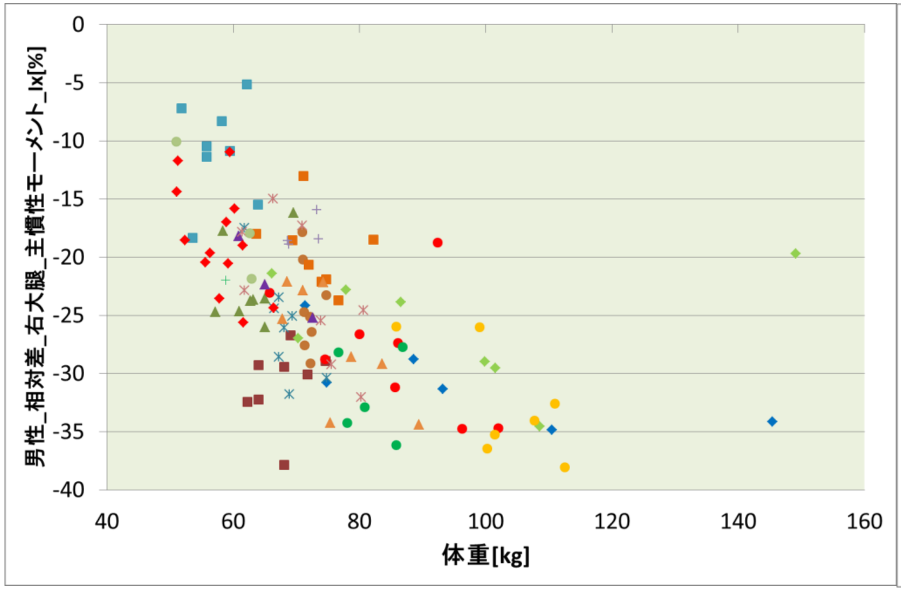


図 C-3-6 (a)　男性の右大腿の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

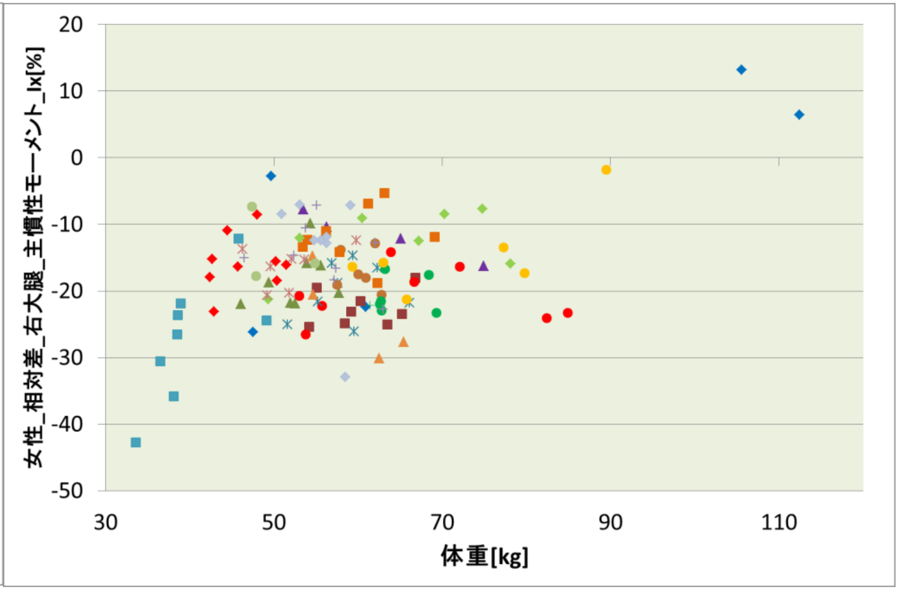


図 C-3-6 (b)　女性の右大腿の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

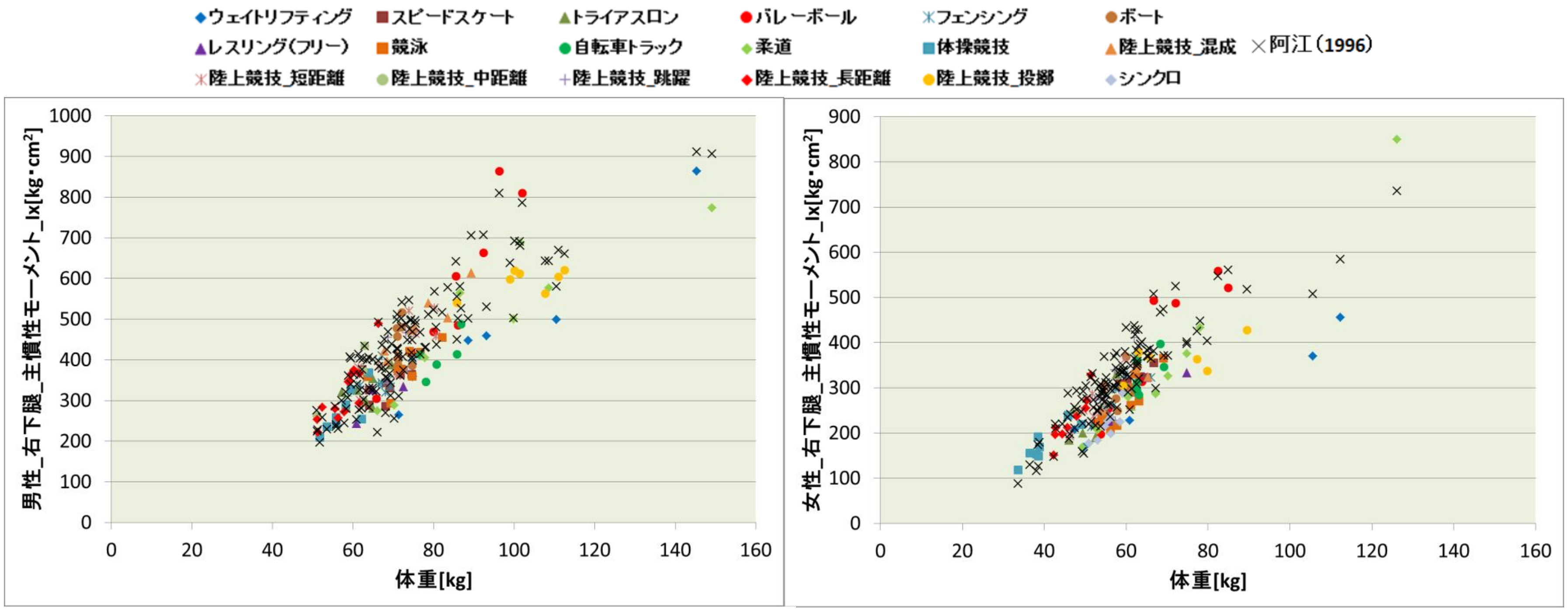


図 B-3-7 (a)　男性の右下腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-3-7 (b)　女性の右下腿の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

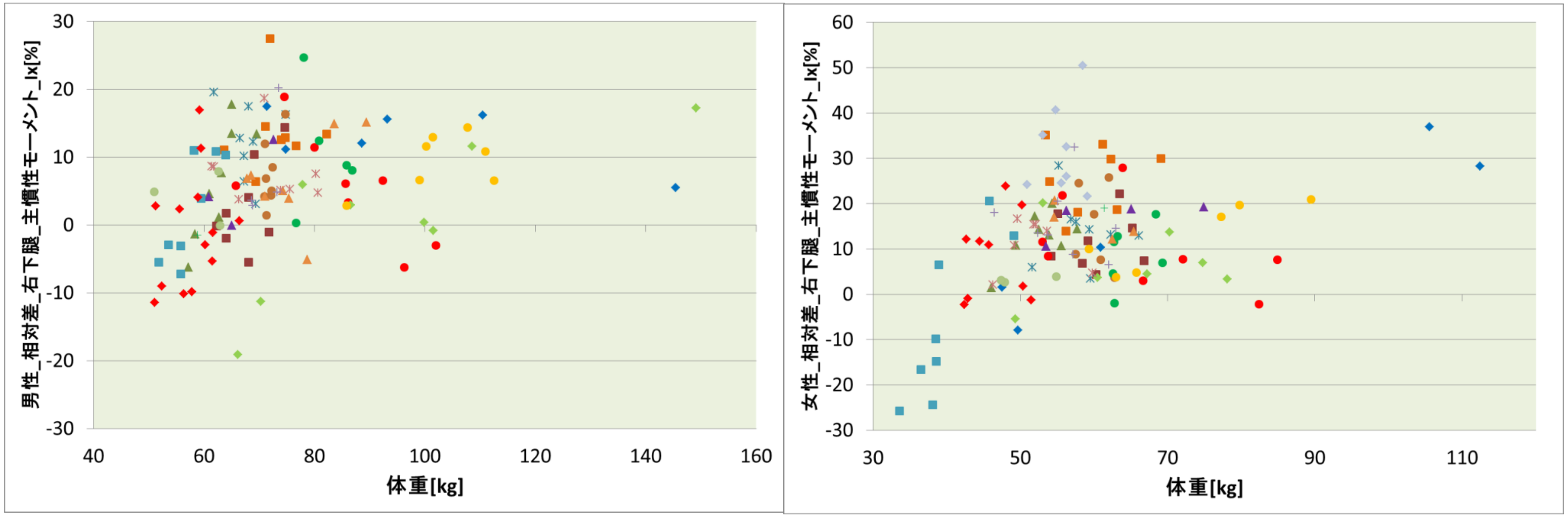


図 C-3-7 (a)　男性の右下腿の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-3-7 (b)　女性の右下腿の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

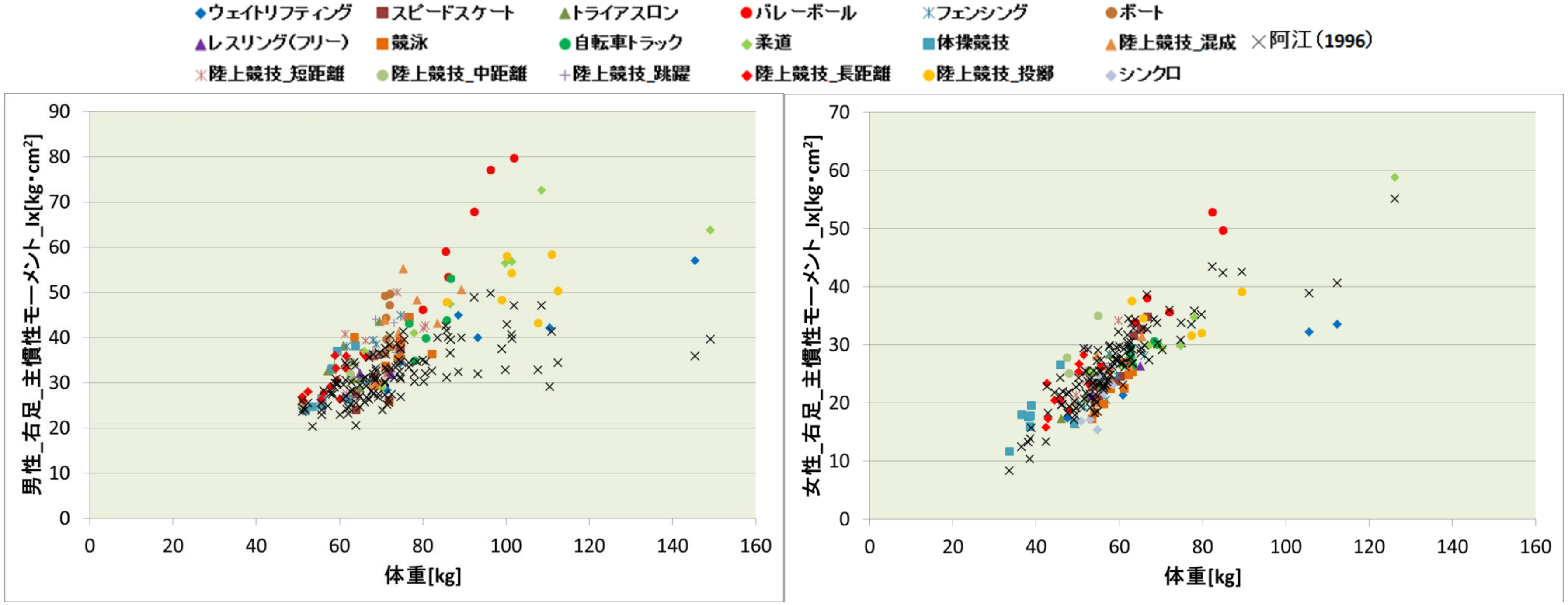


図 B-3-8 (a)　男性の右足の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-3-8 (b)　女性の右足の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

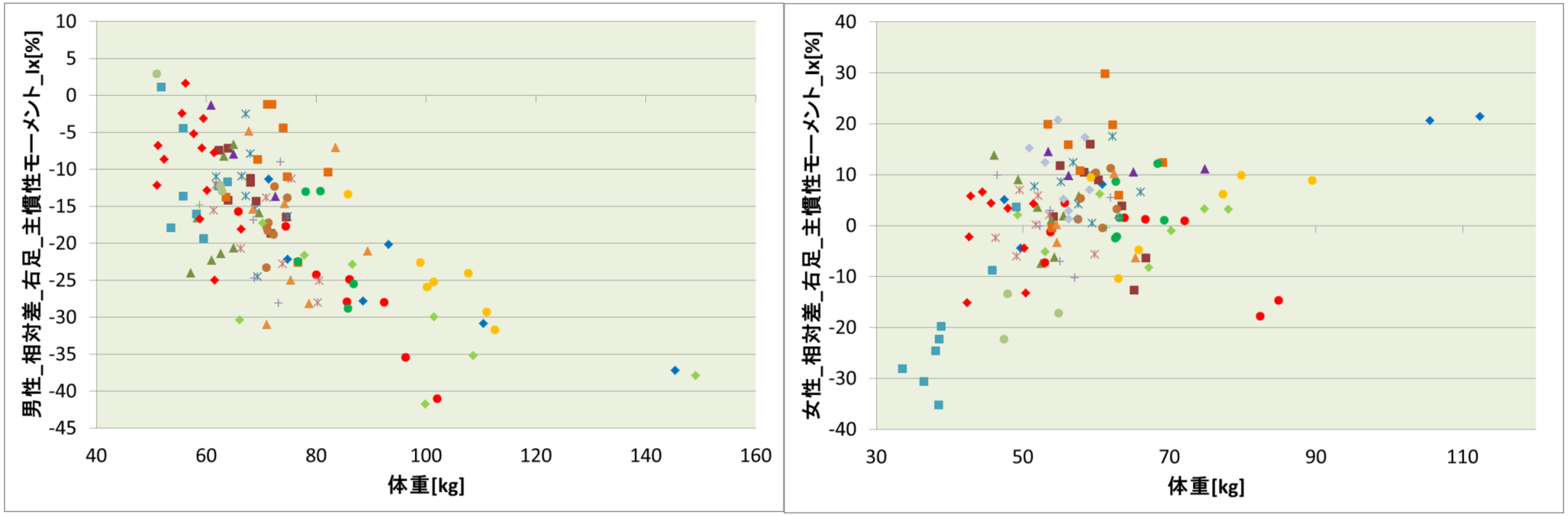


図 C-3-8 (a)　男性の右足の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-3-8 (b)　女性の右足の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

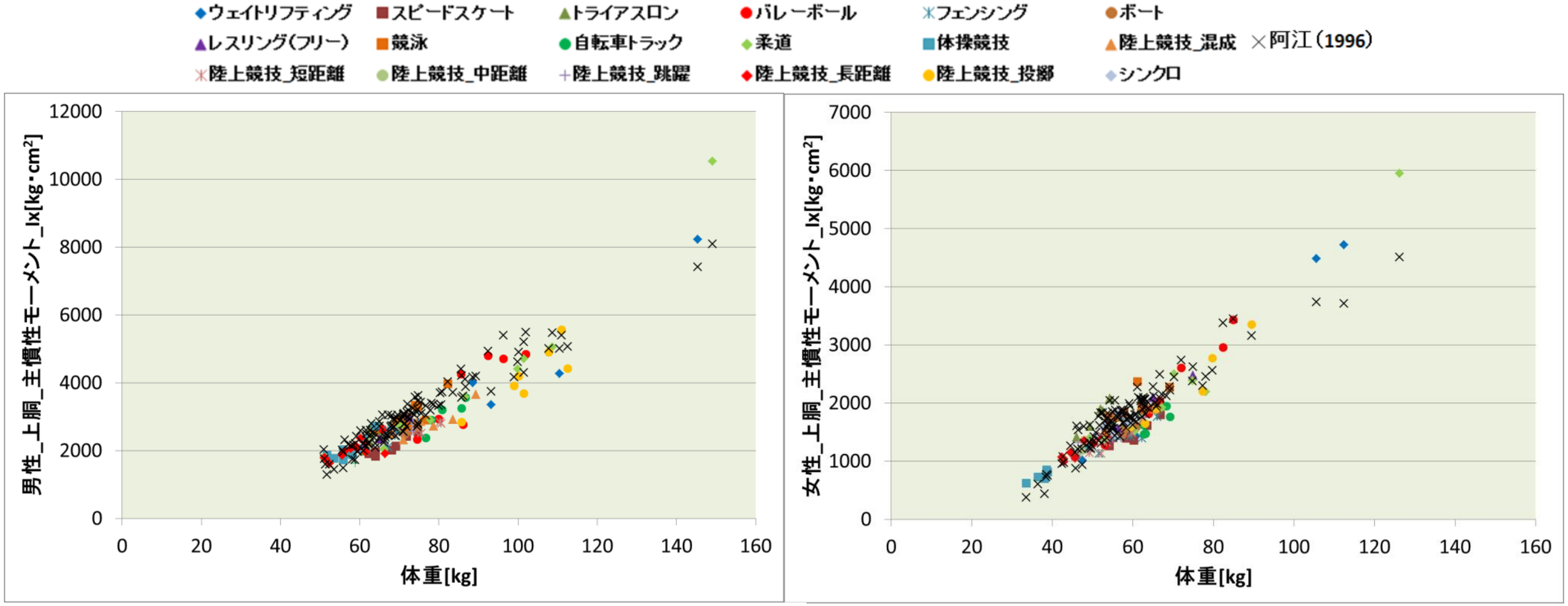


図 B-3-9 (a)　男性の上胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

図 B-3-9 (b)　女性の上胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

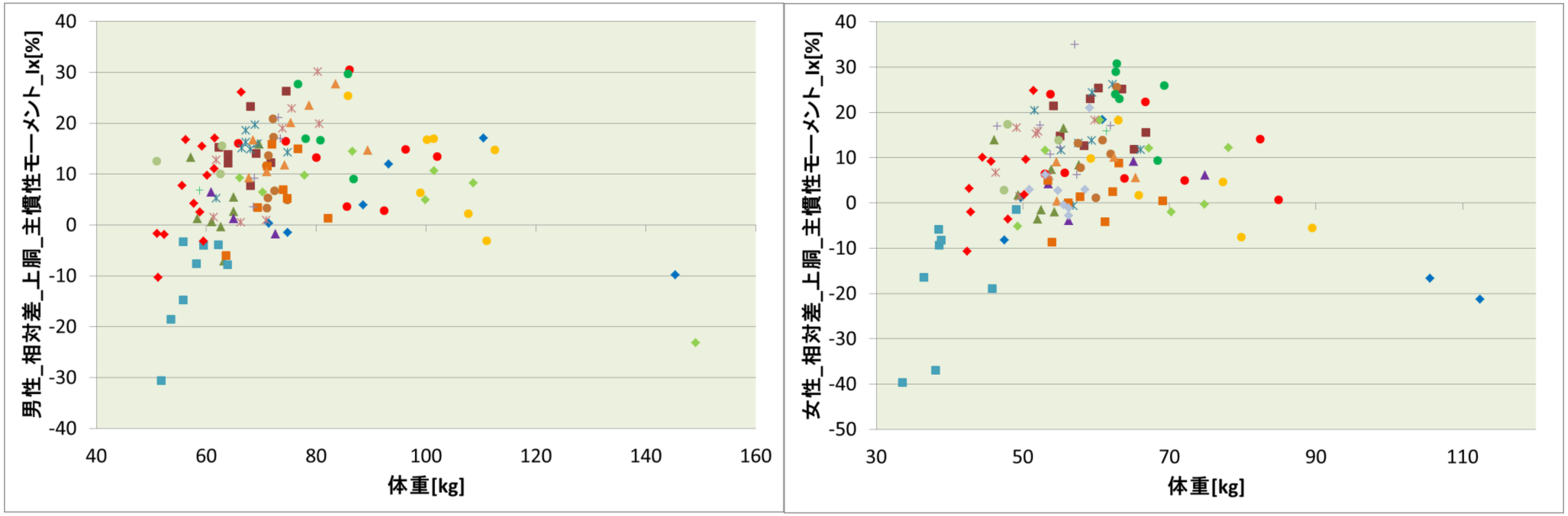


図 C-3-9 (a)　男性の上胴の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

図 C-3-9 (b)　女性の上胴の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

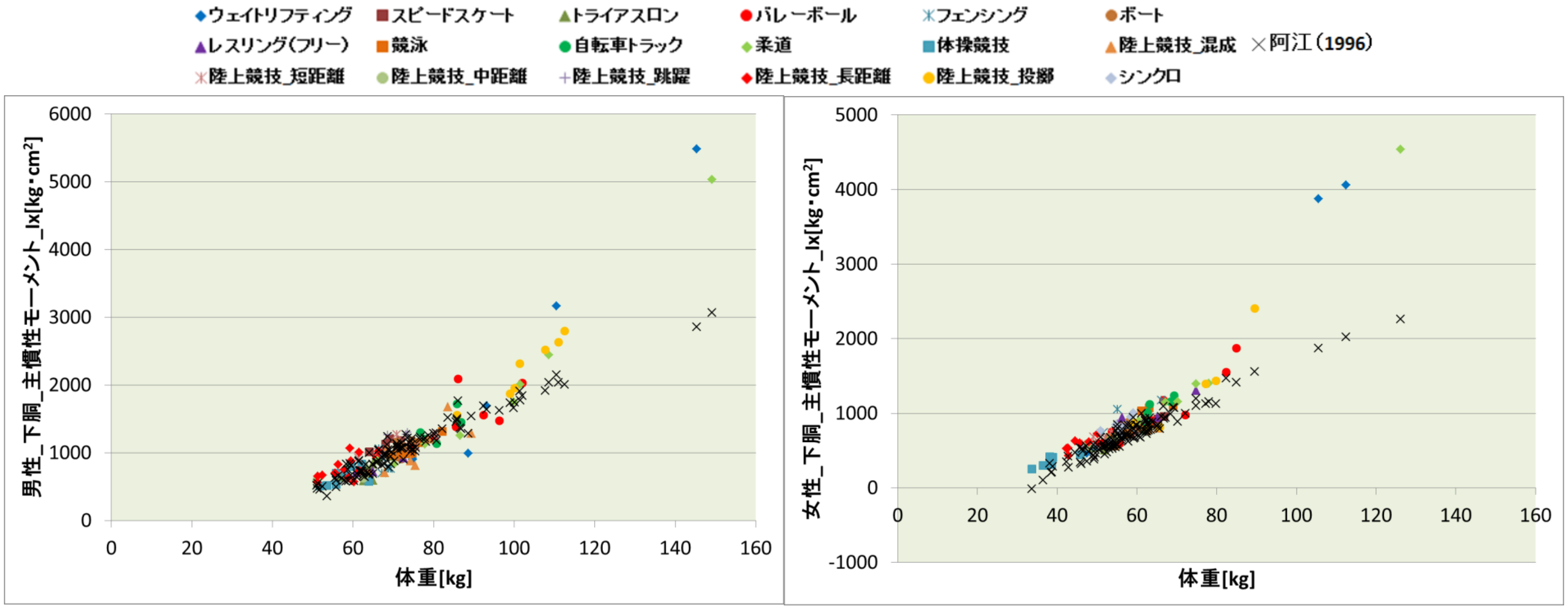


図 B-3-10 (a)　男性の下胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-3-10 (b)　女性の下胴の左右軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

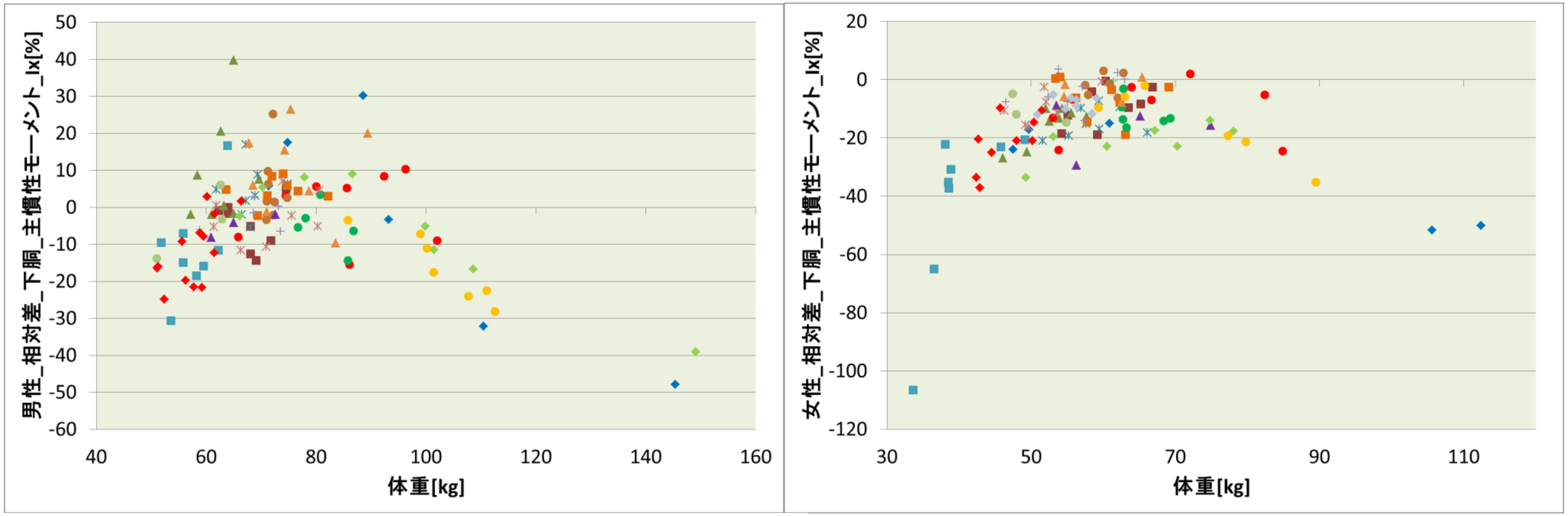
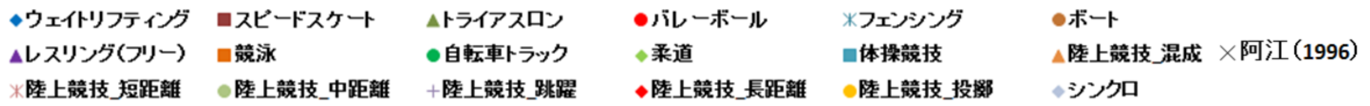


図 C-3-10 (a)　男性の下胴の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-3-10 (b)　女性の下胴の左右軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



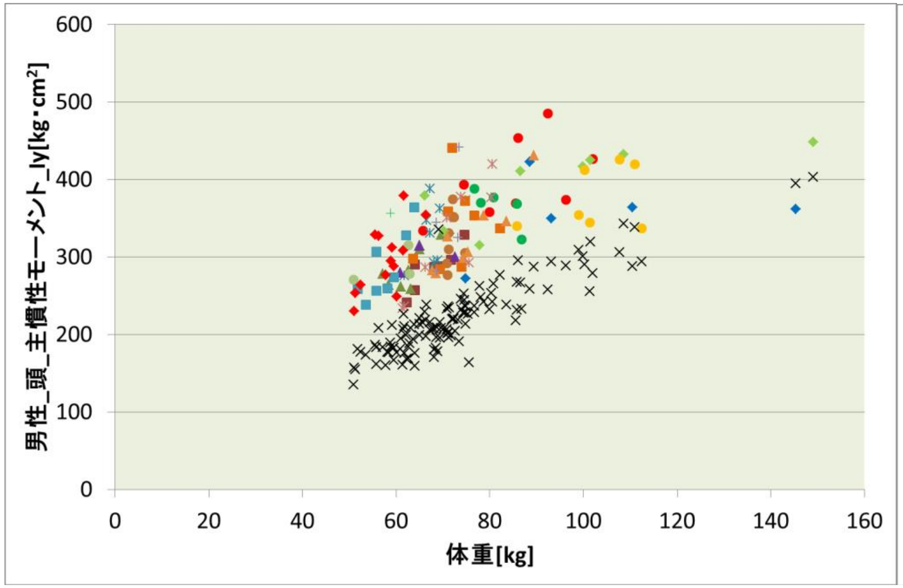


図 B-4-1 (a)　男性の頭の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

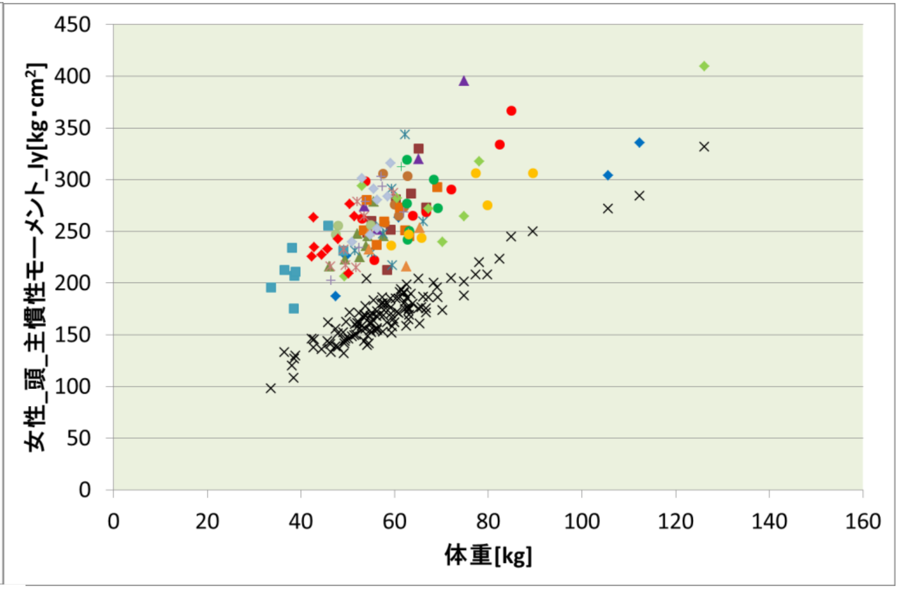


図 B-4-1 (b)　女性の頭の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

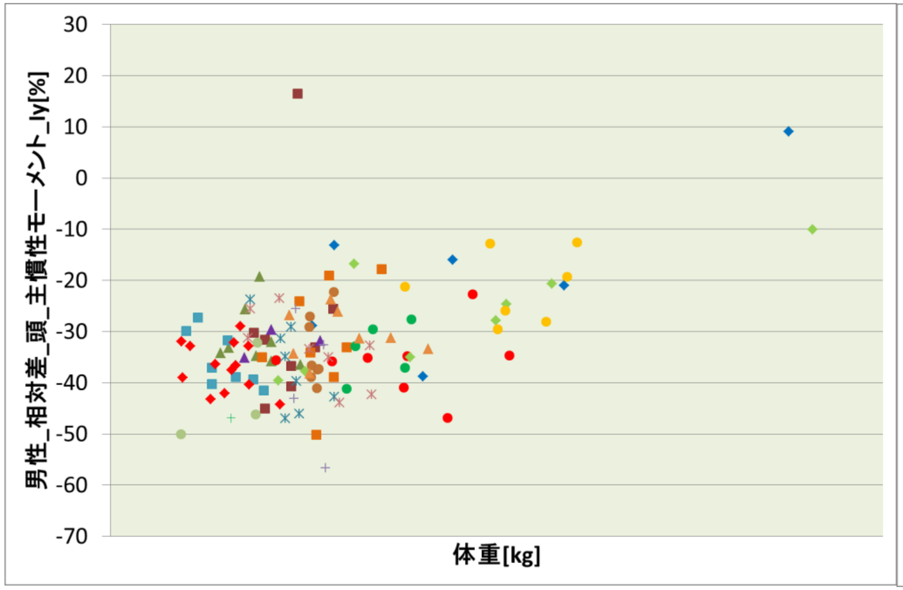


図 C-4-1 (a)　男性の頭の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

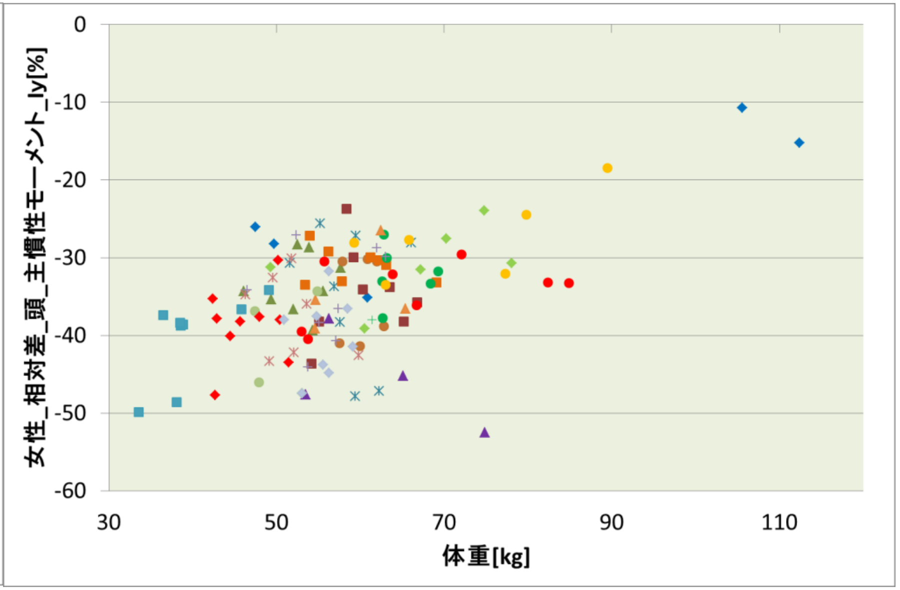


図 C-4-1 (b)　女性の頭の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

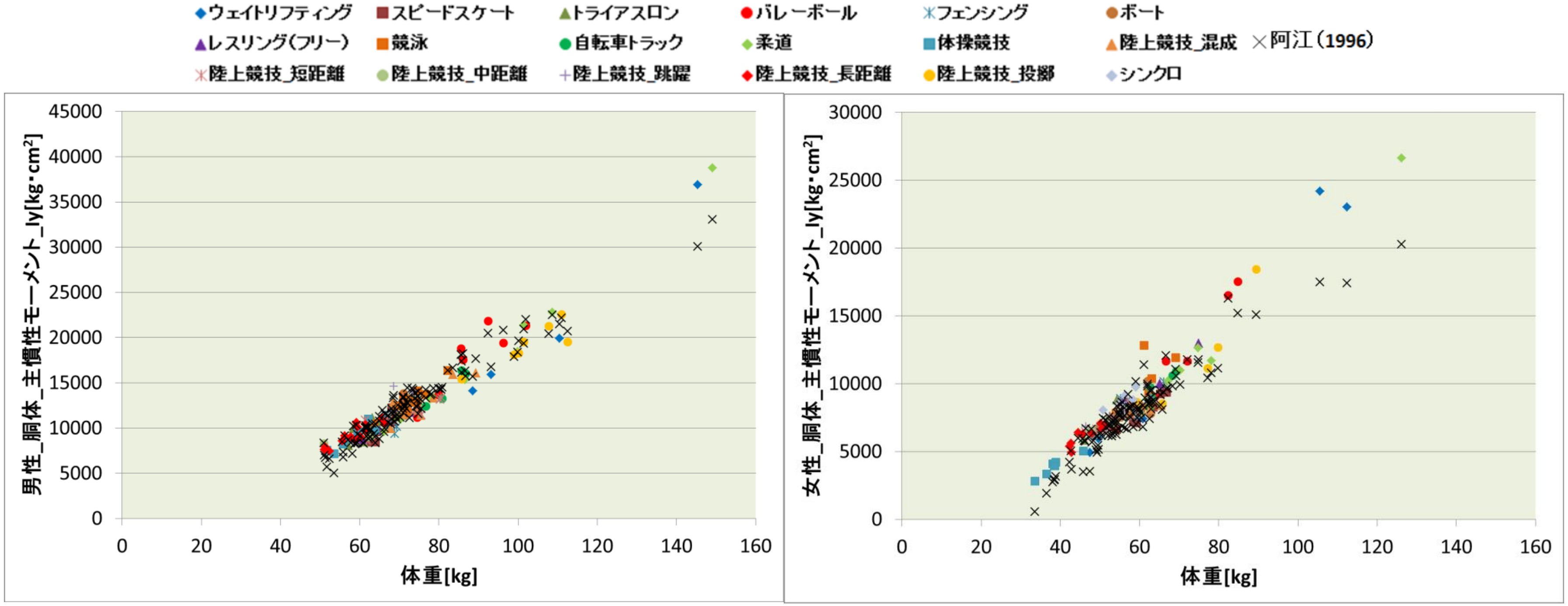


図 B-4-2 (a)　男性の胴体の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

図 B-4-2 (b)　女性の胴体の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

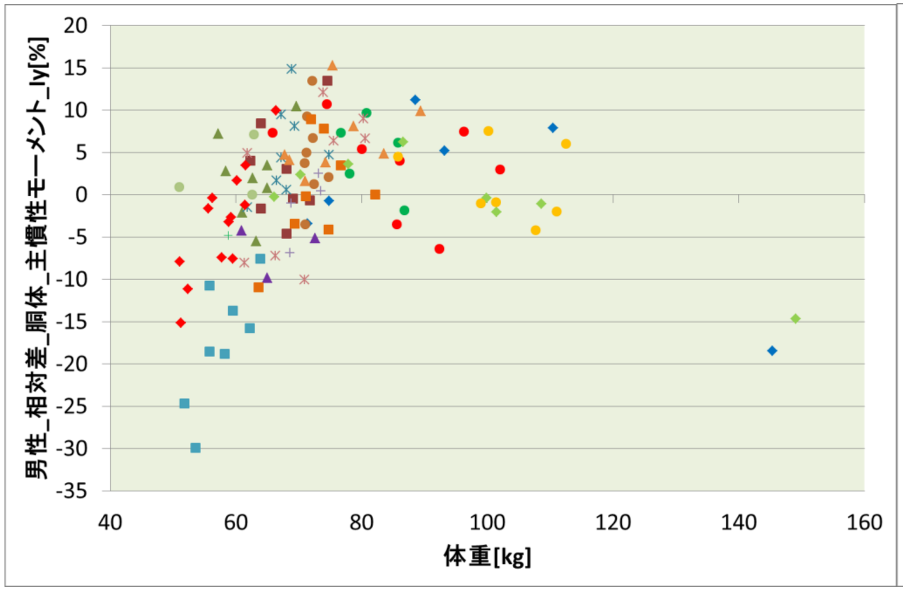


図 C-4-2 (a)　男性の胴体の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

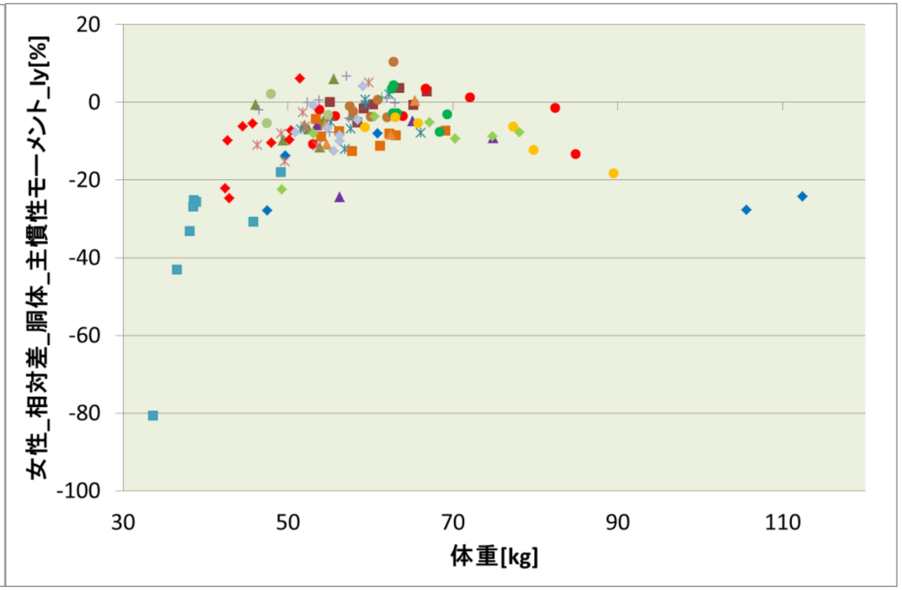


図 C-4-2 (b)　女性の胴体の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

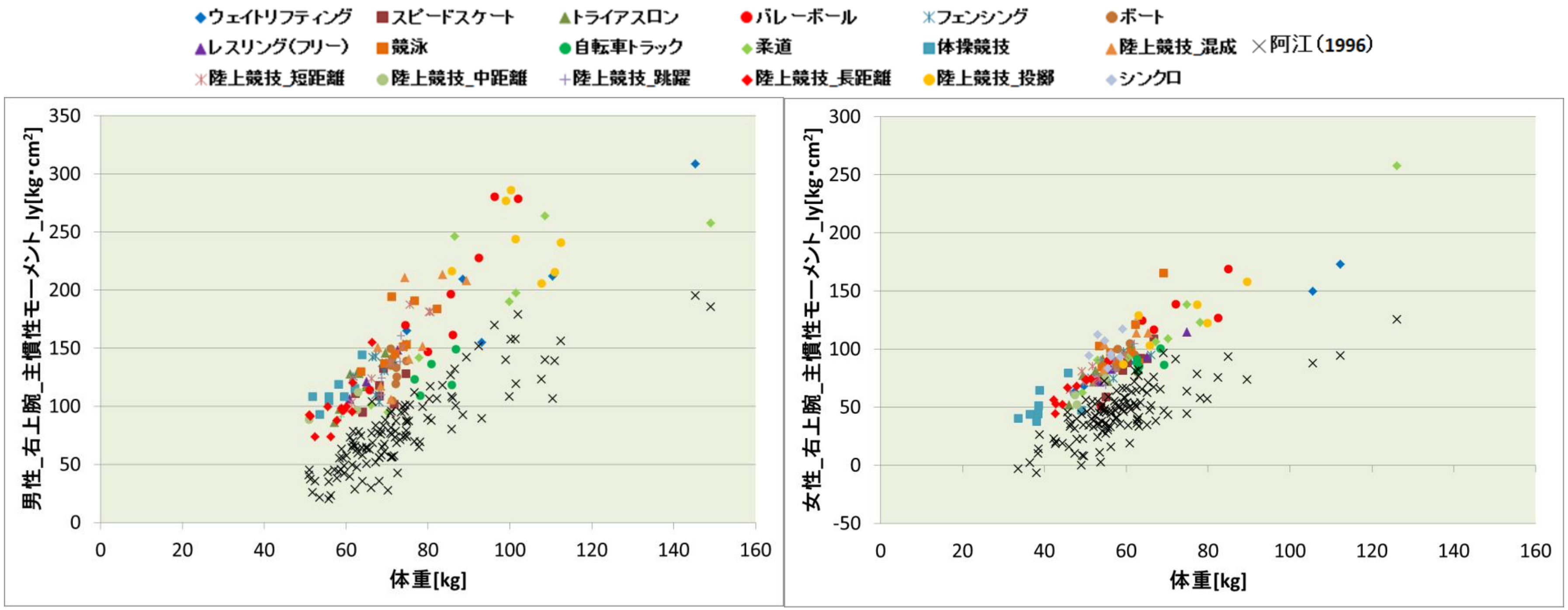


図 B-4-3 (a)　男性の右上腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

図 B-4-3 (b)　女性の右上腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

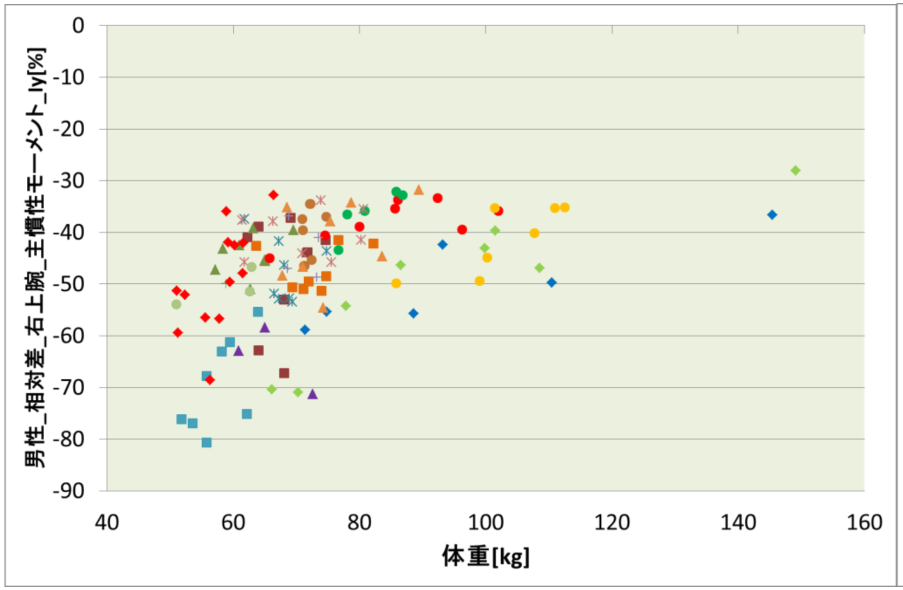


図 C-4-3 (a)　男性の右上腕の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

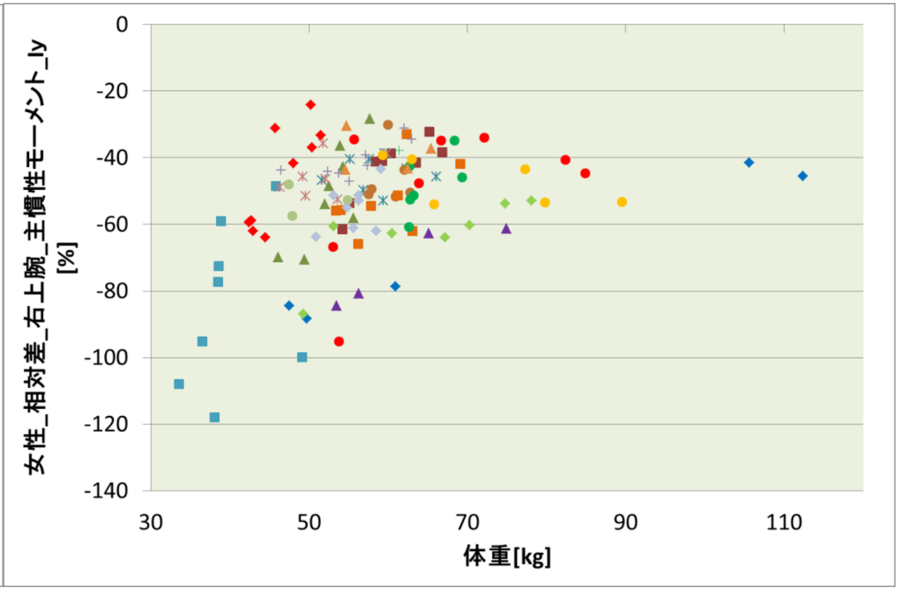


図 B-4-3 (b)　女性の右上腕の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

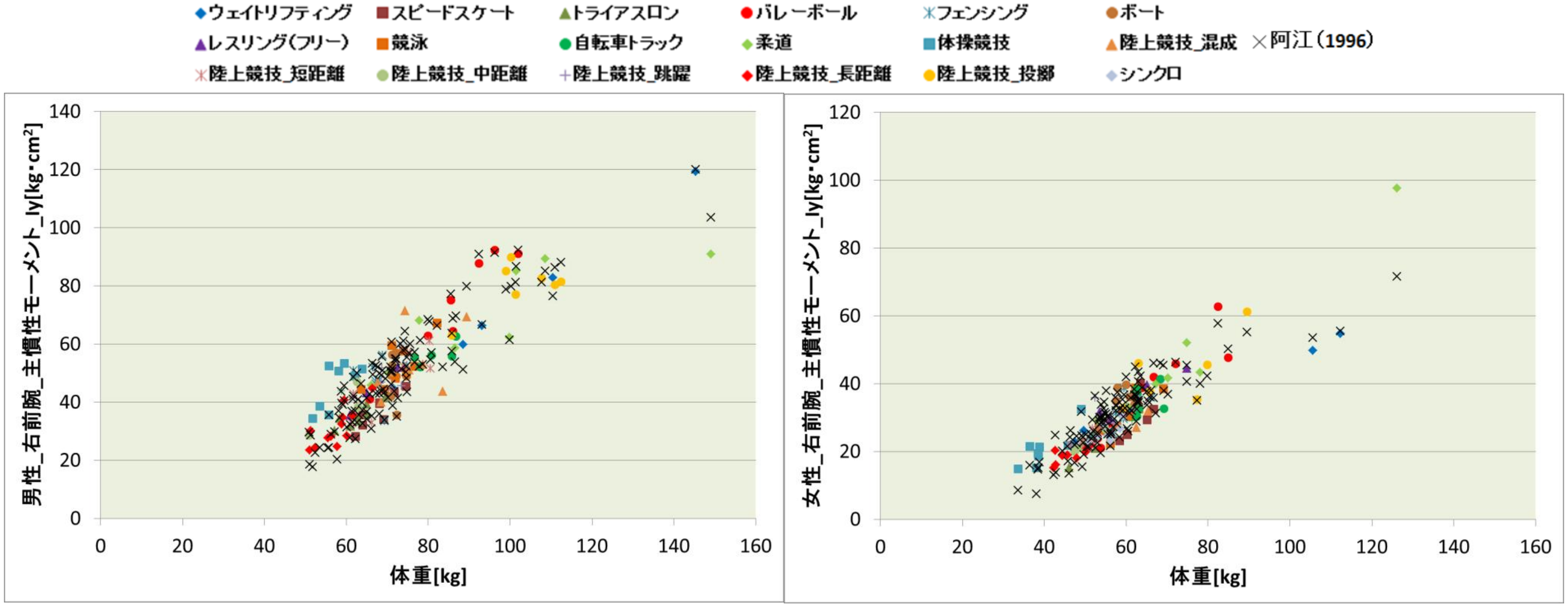


図 B-4-4 (a)　男性の右前腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-4-4 (b)　女性の右前腕の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

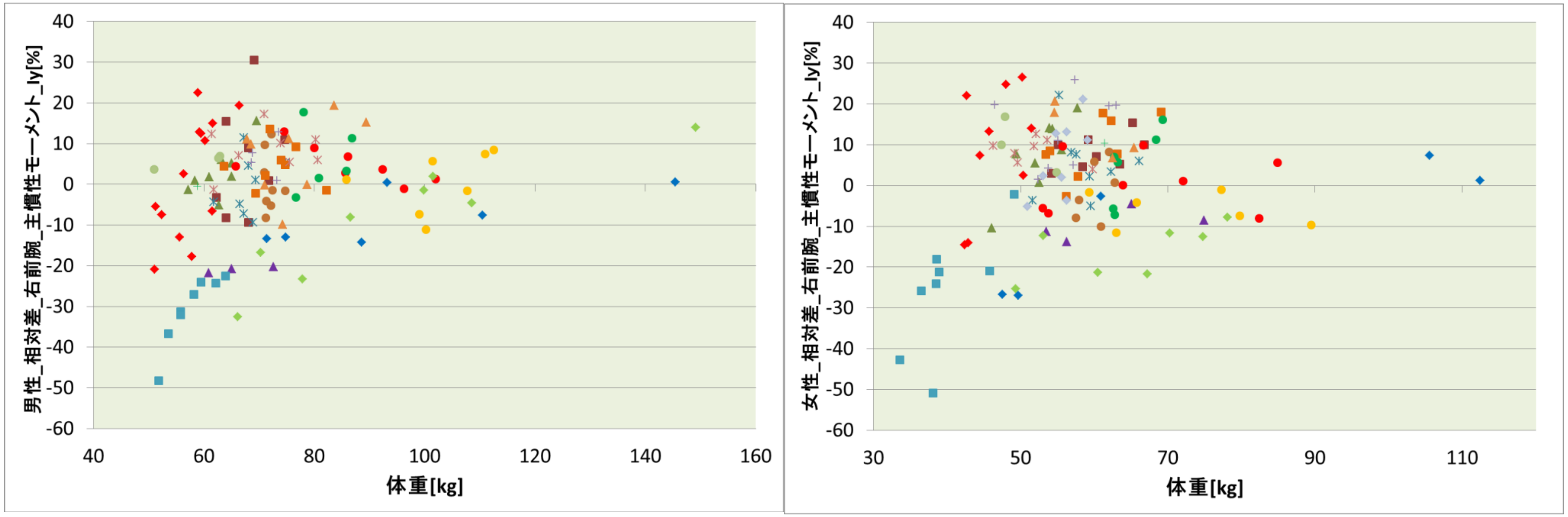


図 C-4-4 (a)　男性の右前腕の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 B-4-4 (b)　女性の右前腕の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

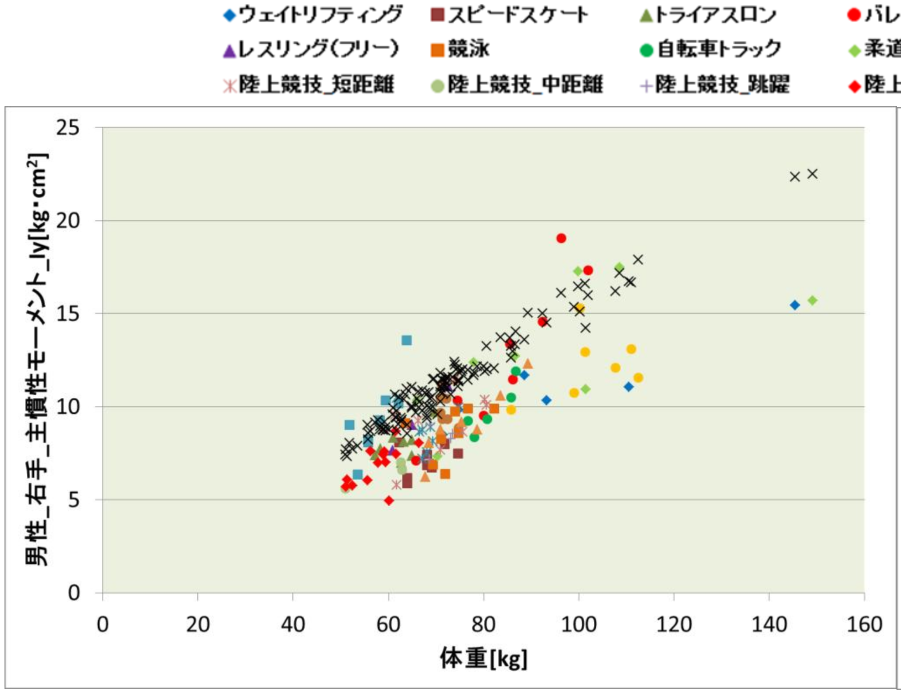


図 B-4-5 (a)　男性の右手の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

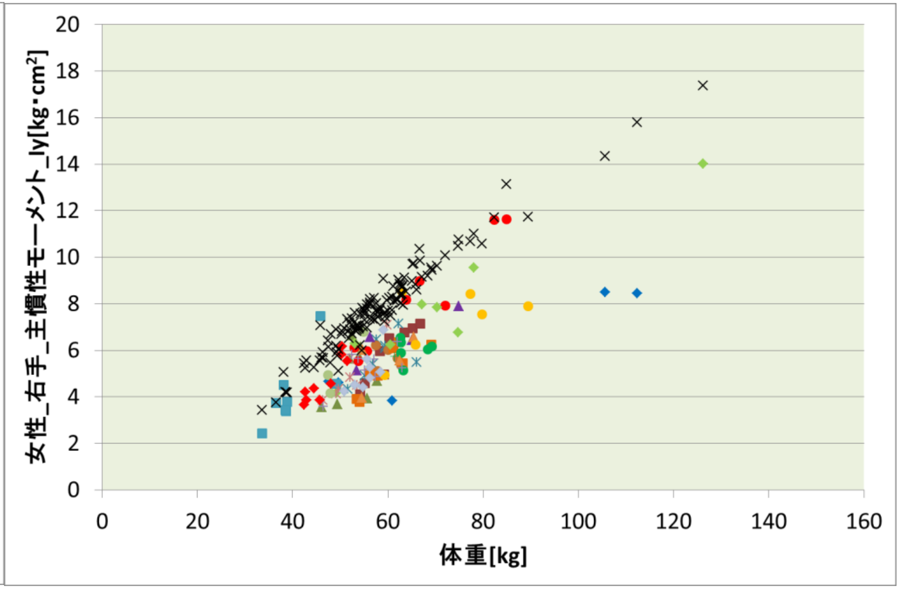


図 B-4-5 (b)　女性の右手の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

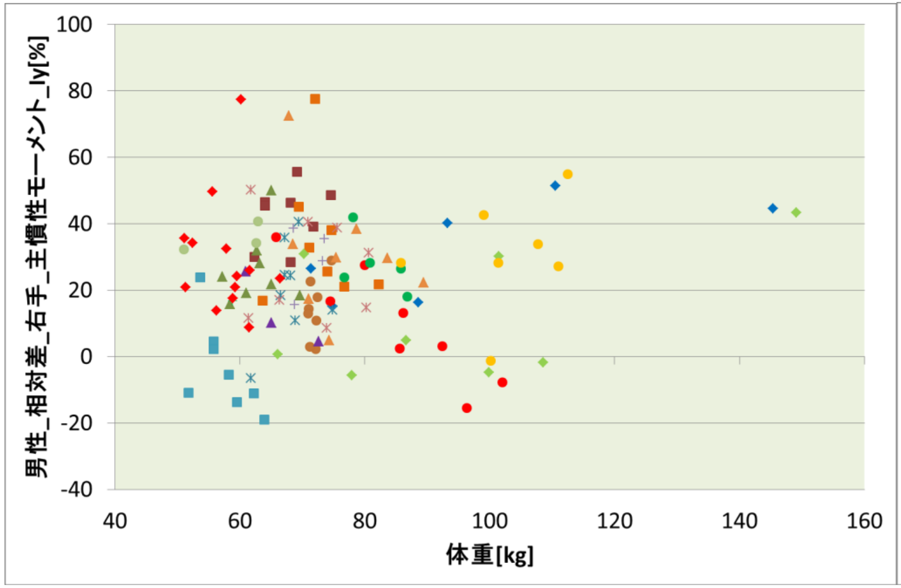


図 C-4-5 (a)　男性の右手の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

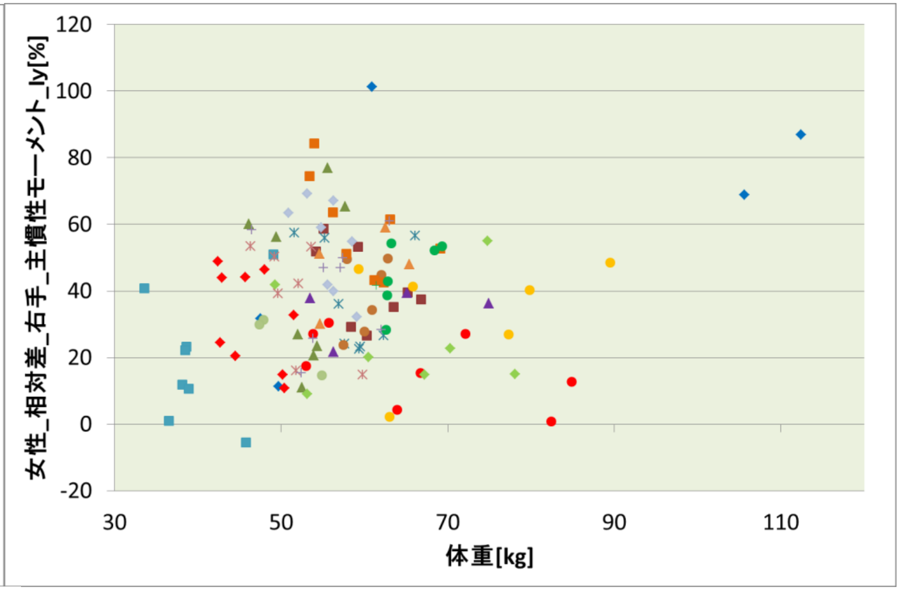


図 B-4-5 (b)　女性の右手の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

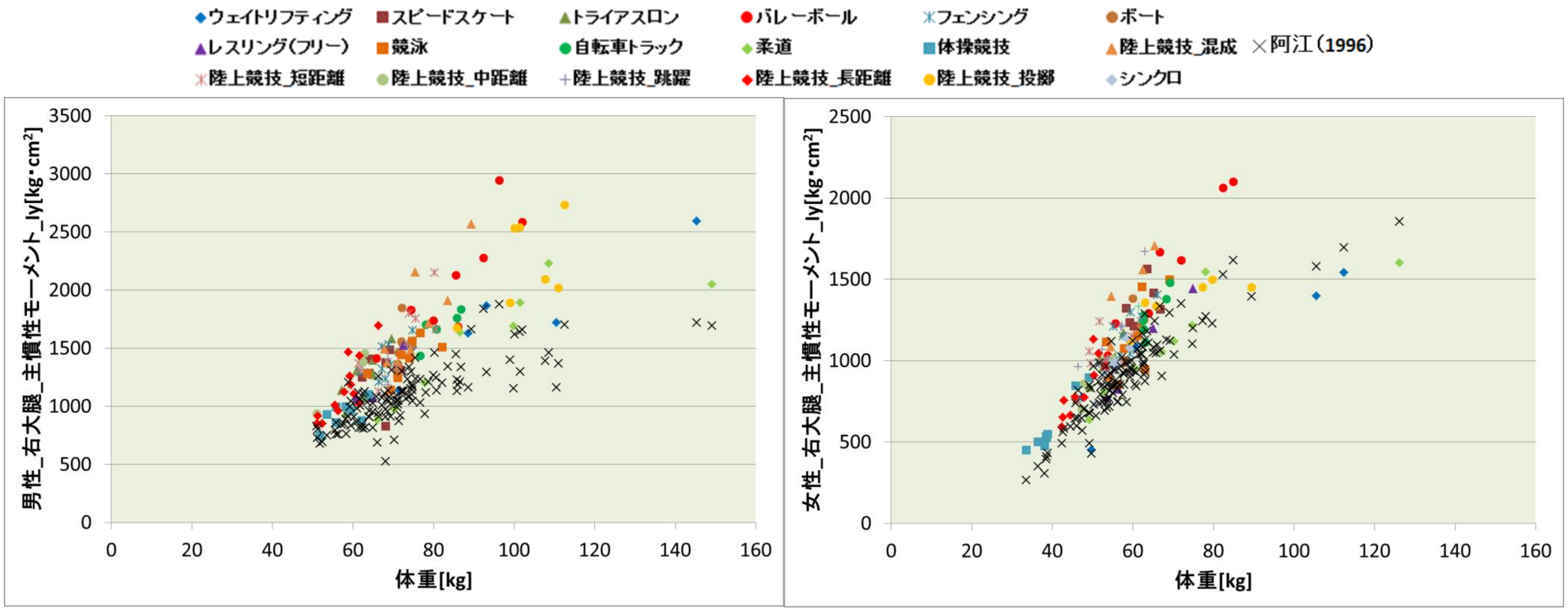


図 B-4-6 (a)　男性の右大腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-4-6 (b)　女性の右大腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

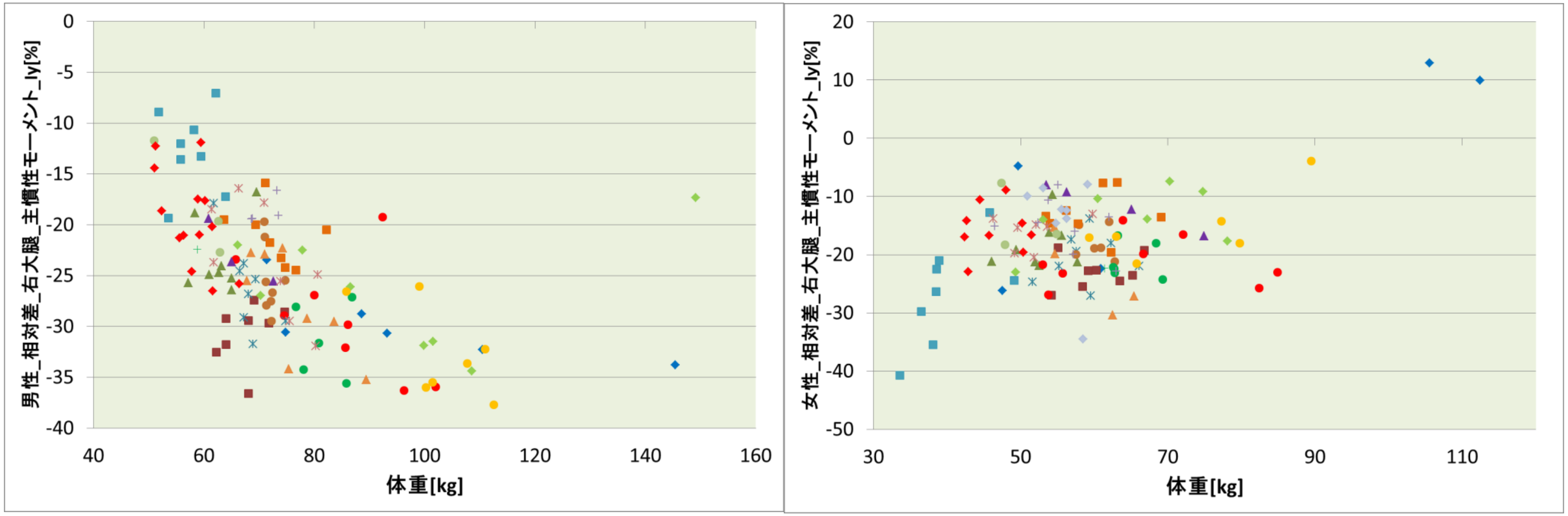


図 C-4-6 (a)　男性の右大腿の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 B-4-6 (b)　女性の右大腿の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

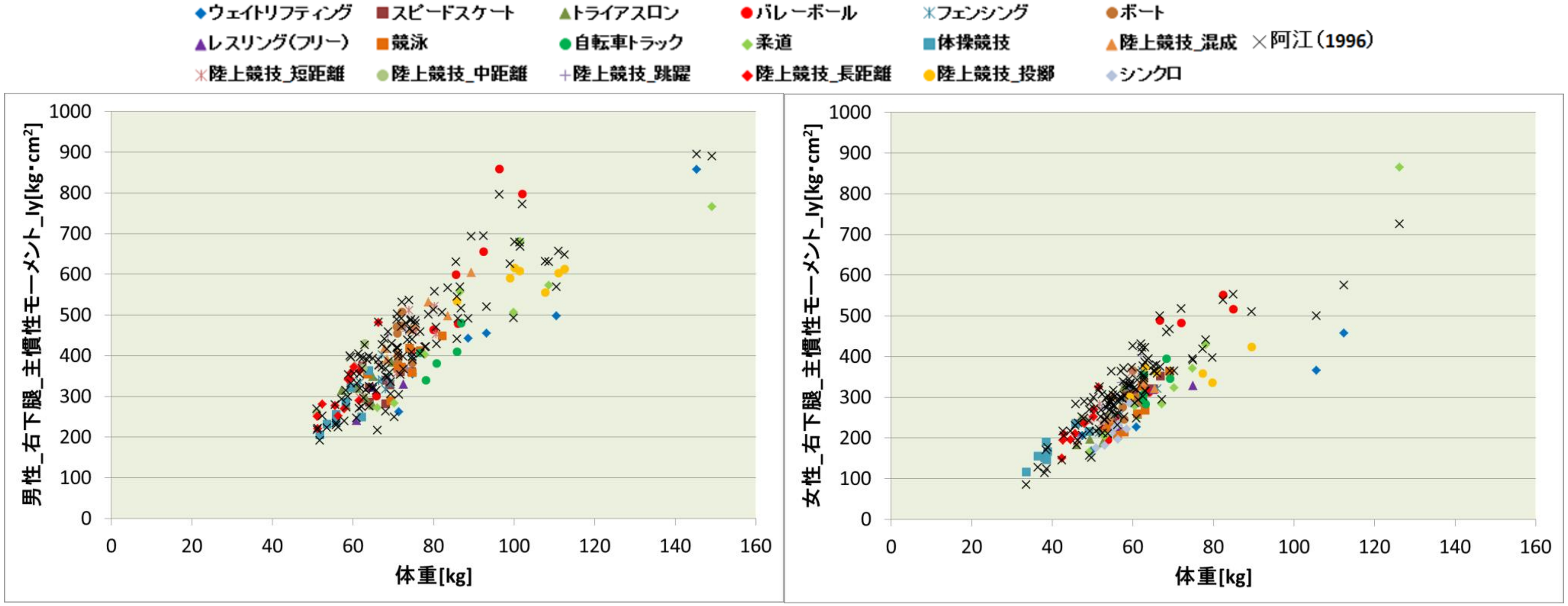


図 B-4-7 (a)　男性の右下腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-4-7 (b)　女性の右下腿の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

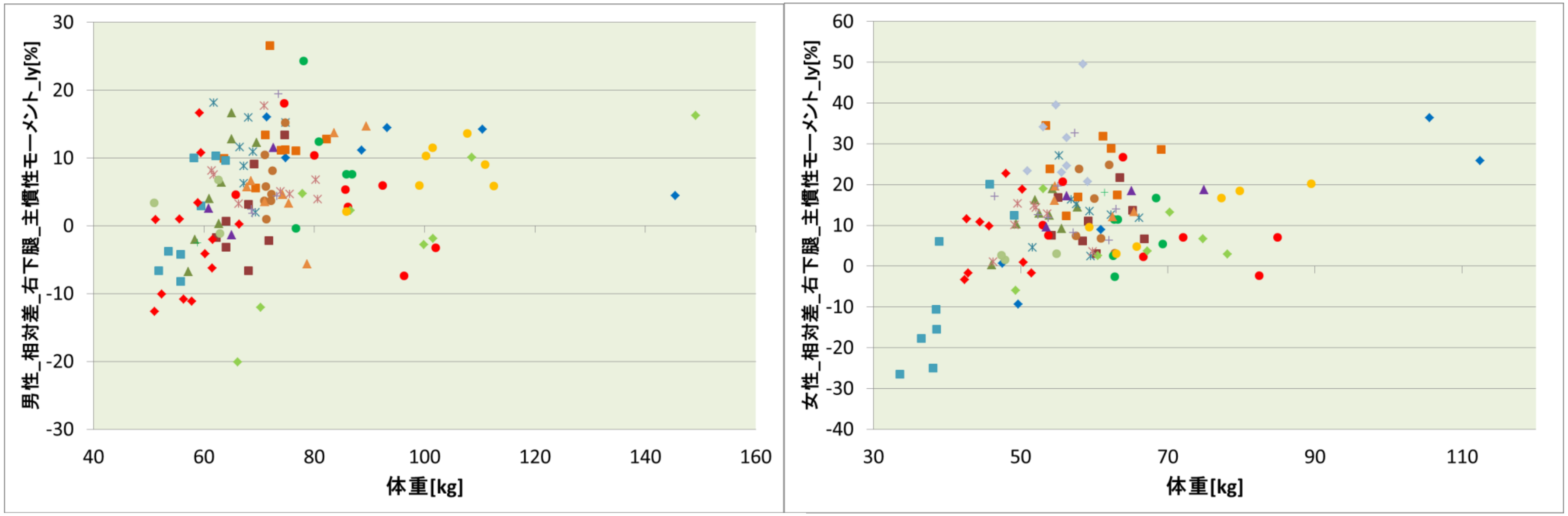
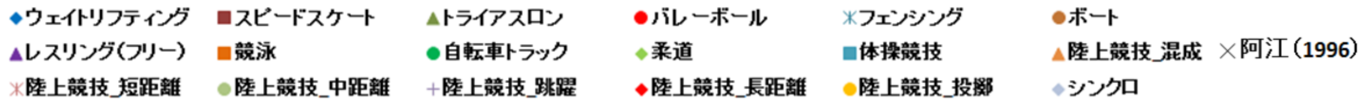


図 C-4-7 (a)　男性の右下腿の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 B-4-7 (b)　女性の右下腿の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



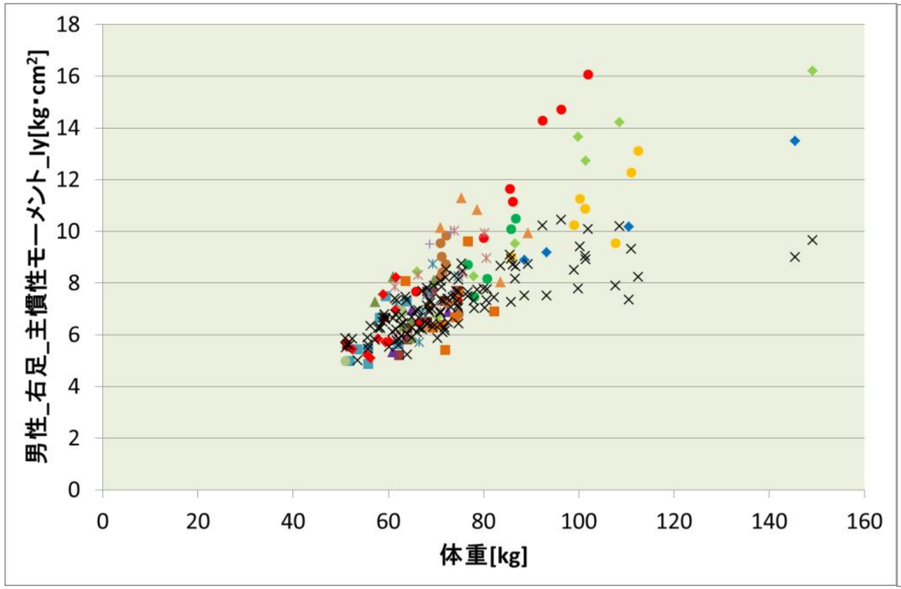


図 B-4-8 (a) 男性の右足の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

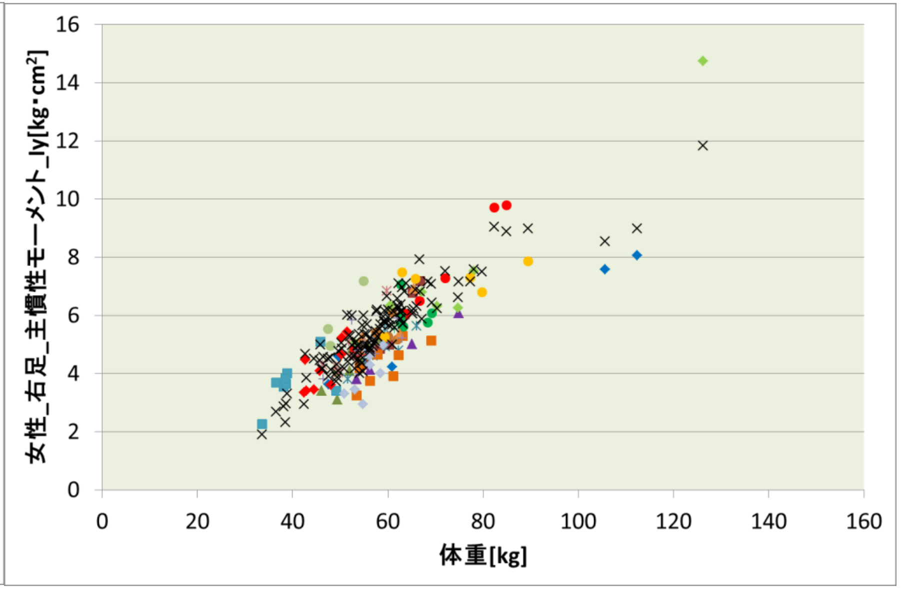


図 B-4-8 (b) 女性の右足の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

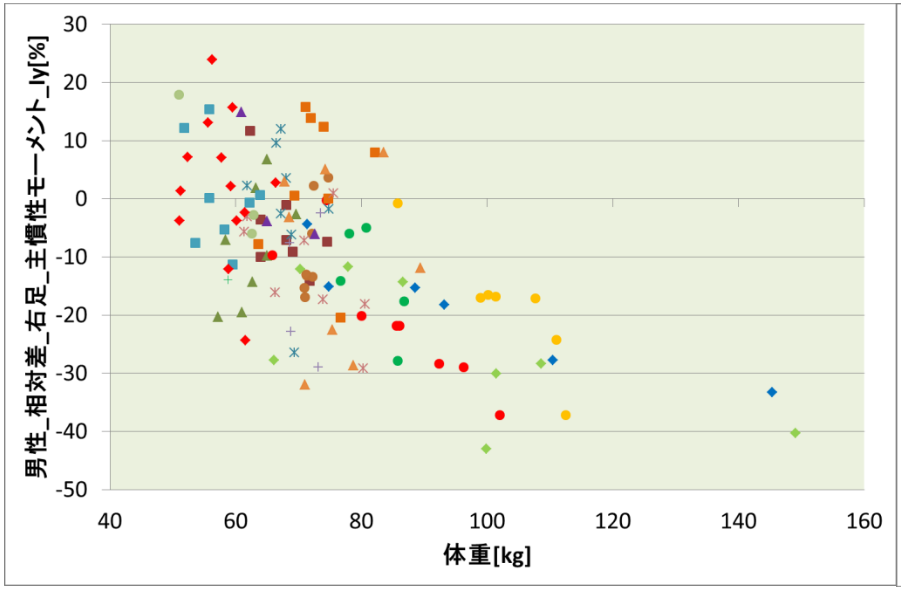


図 C-4-8 (a) 男性の右足の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

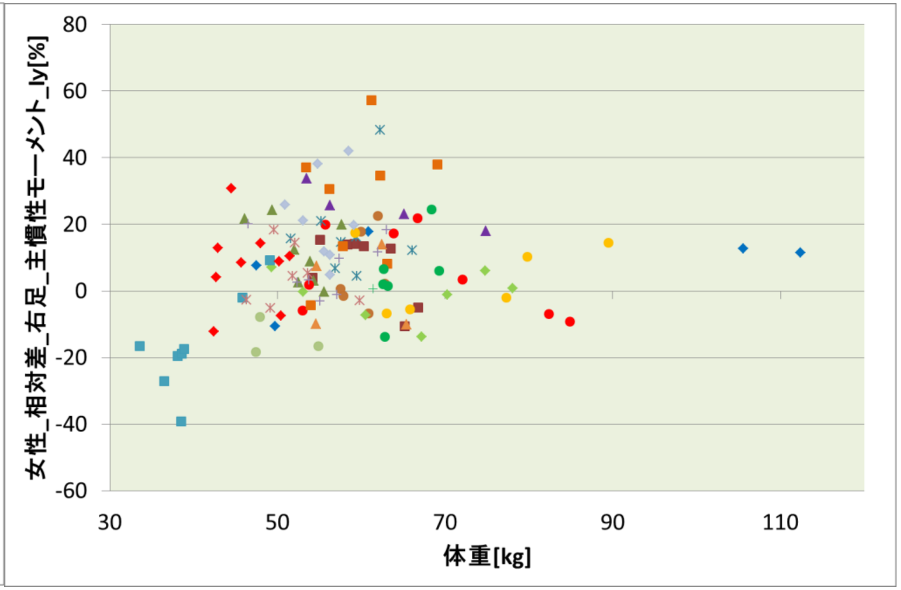
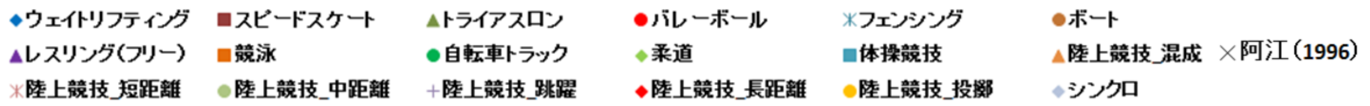


図 B-4-8 (b) 女性の右足の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



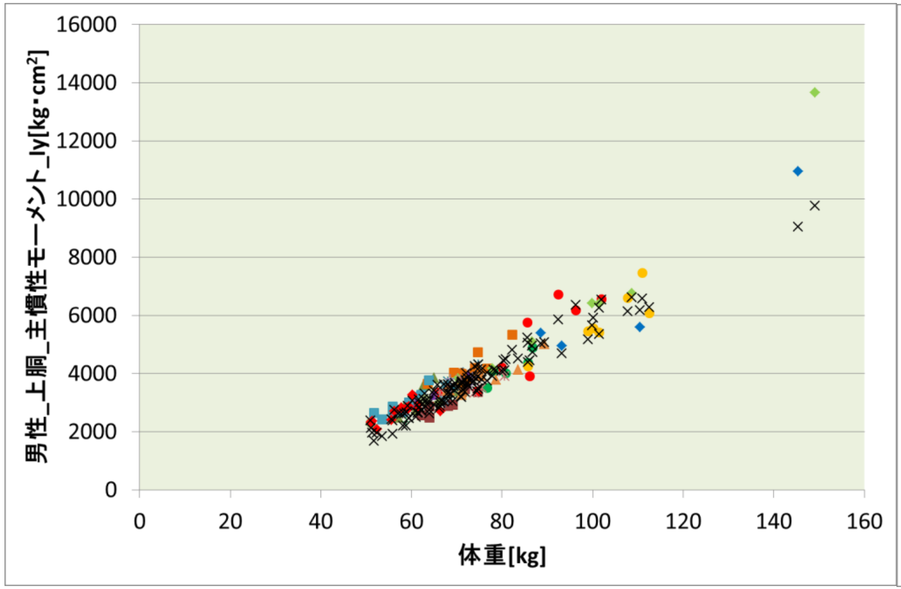


図 B-4-9 (a) 男性の上胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

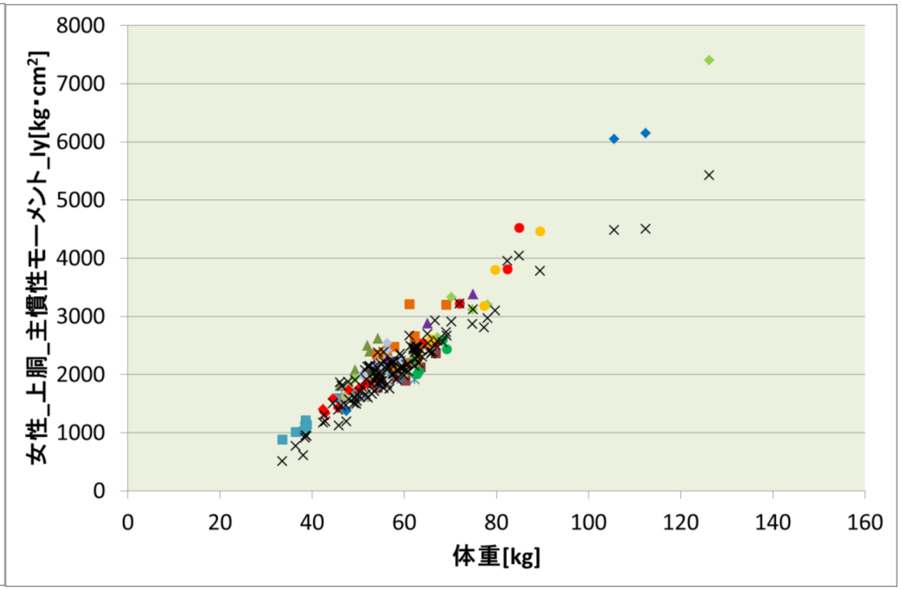


図 B-4-9 (b) 女性の上胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

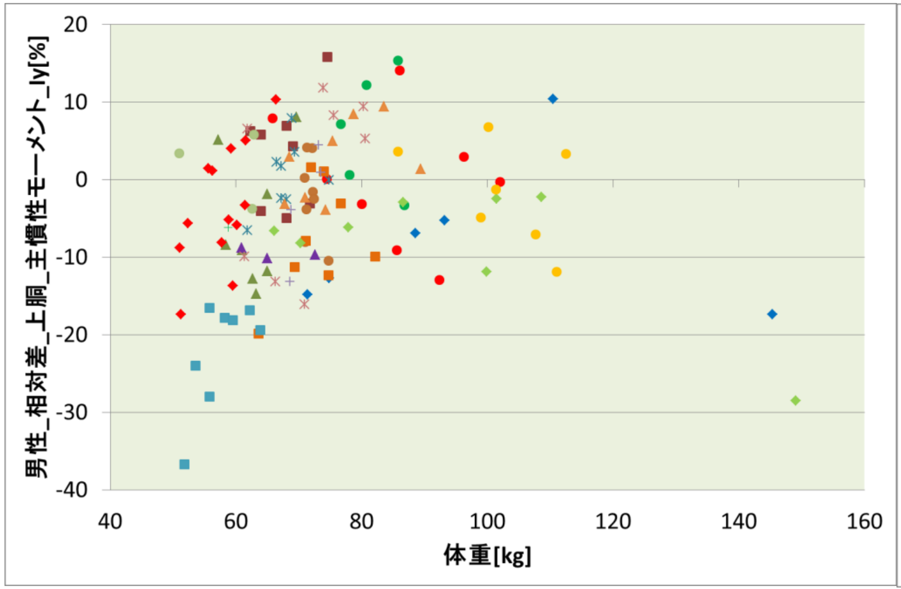


図 C-4-9 (a) 男性の上胴の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

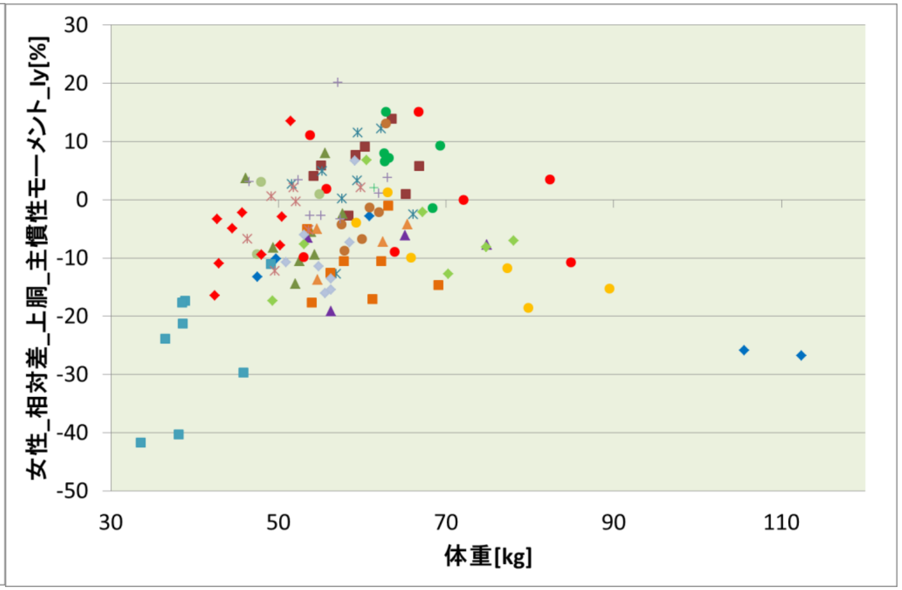


図 B-4-9 (b) 女性の上胴の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

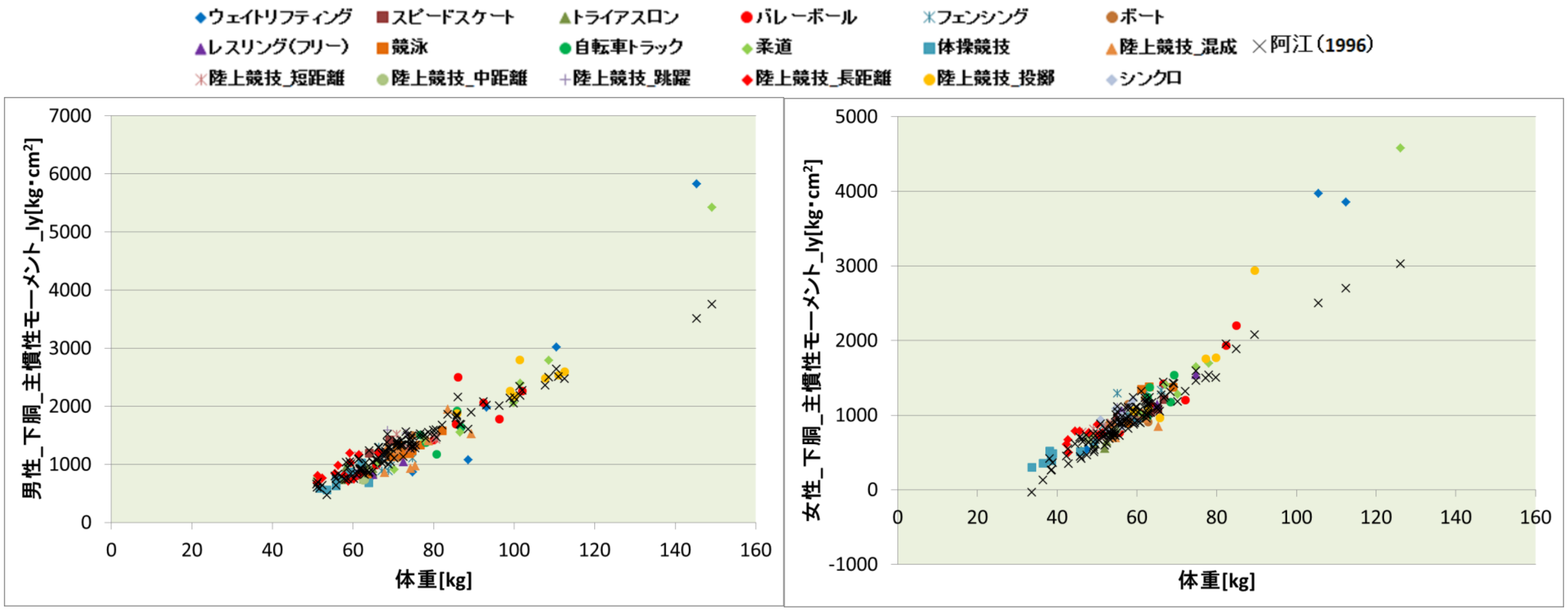


図 B-4-10 (a)　男性の下胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]　図 B-4-10 (b)　女性の下胴の前後軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

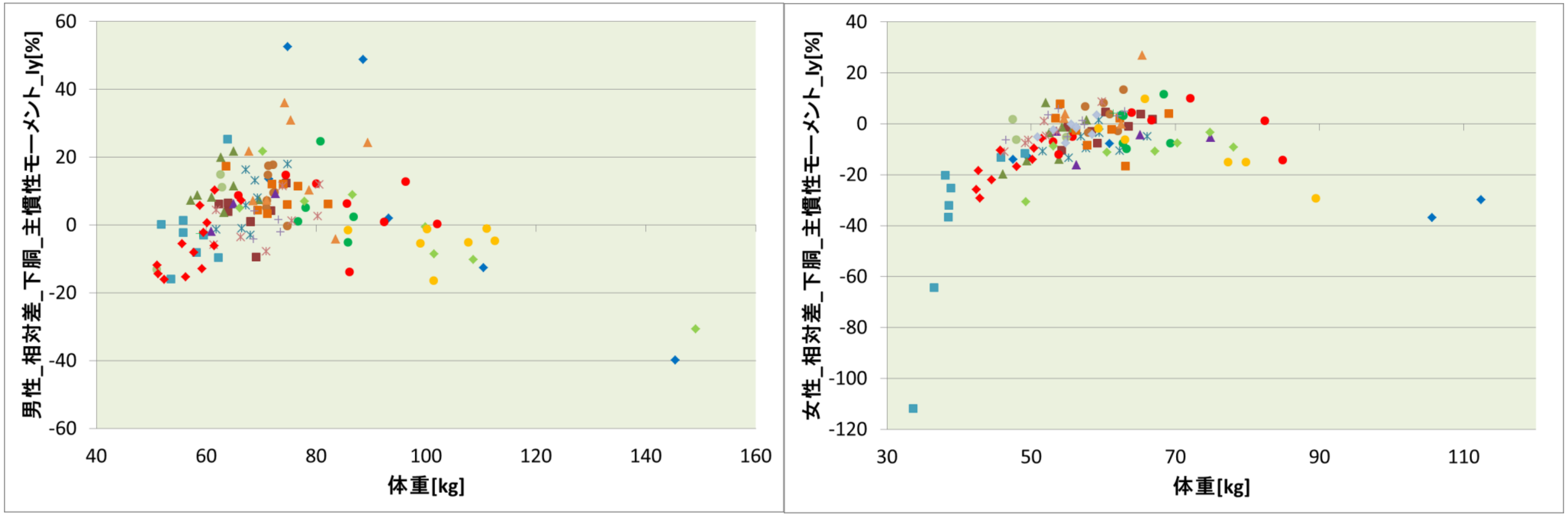


図 C-4-10 (a)　男性の下胴の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 B-4-10 (b)　女性の下胴の前後軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

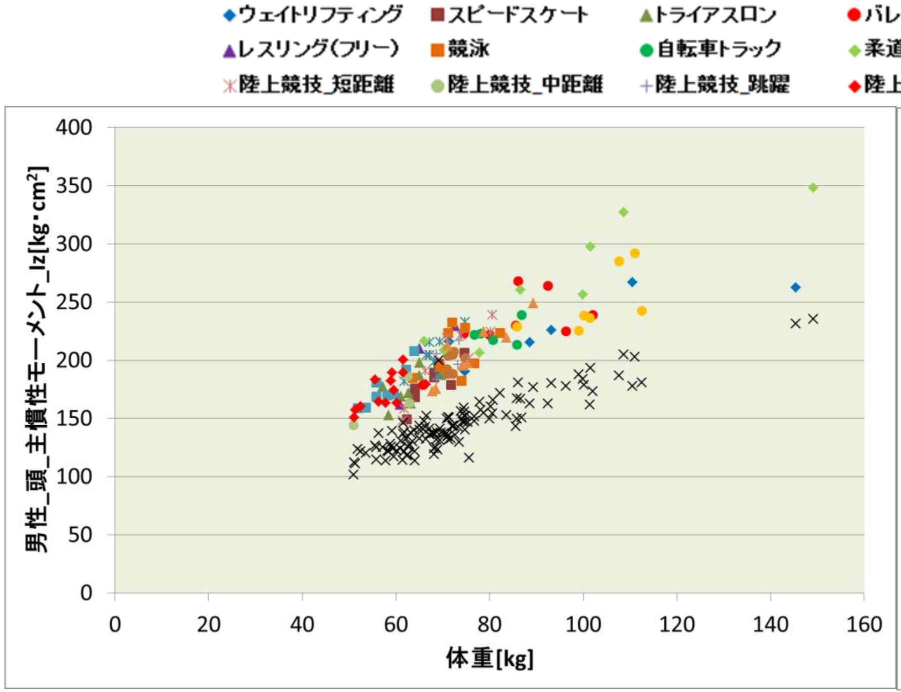


図 B-5-1 (a)　男性の頭の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

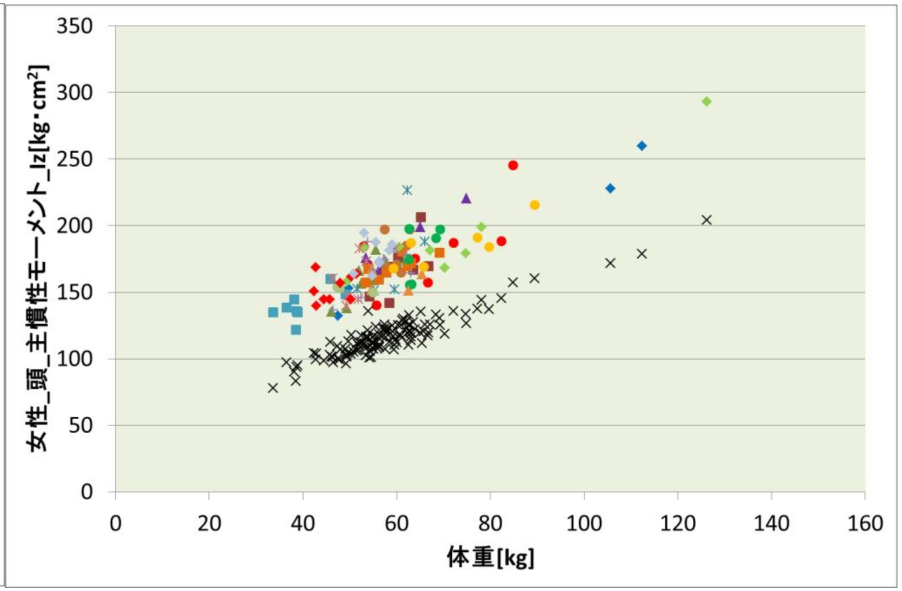


図 B-5-1 (b)　女性の頭の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

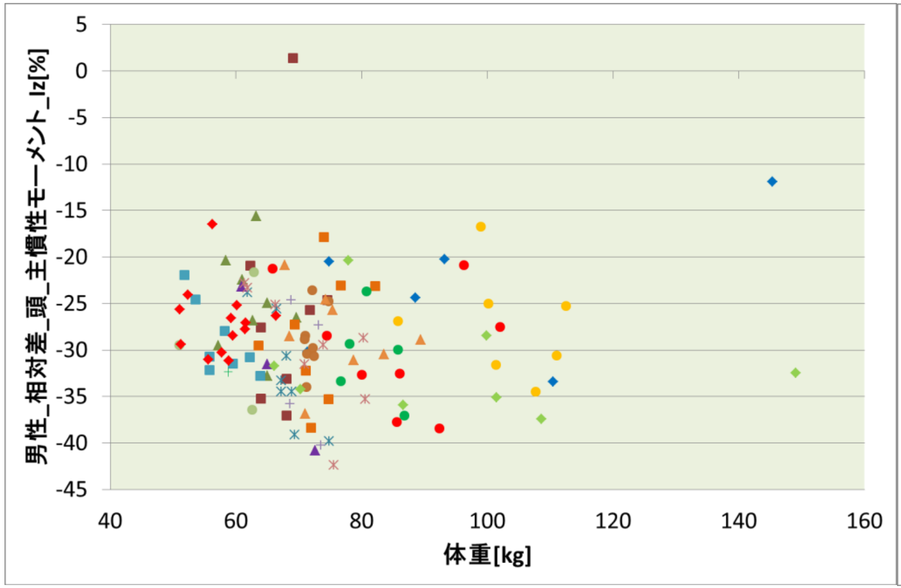


図 C-5-1 (a)　男性の頭の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

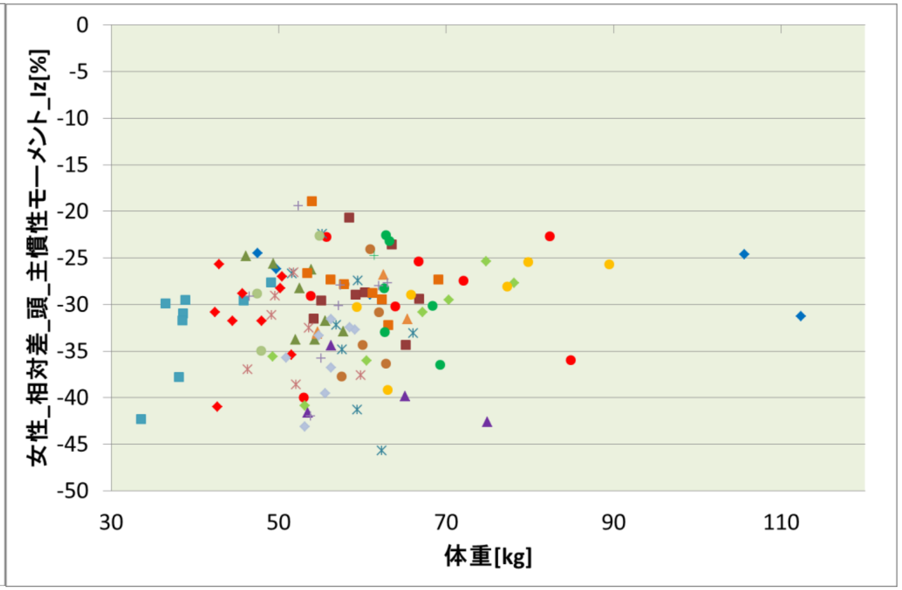
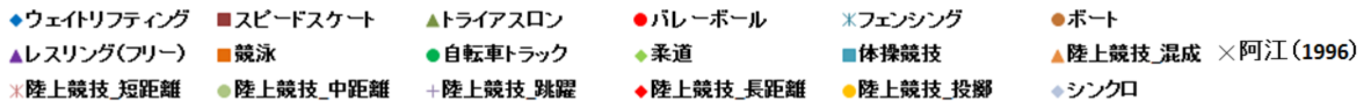


図 C-5-1 (b)　女性の頭の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



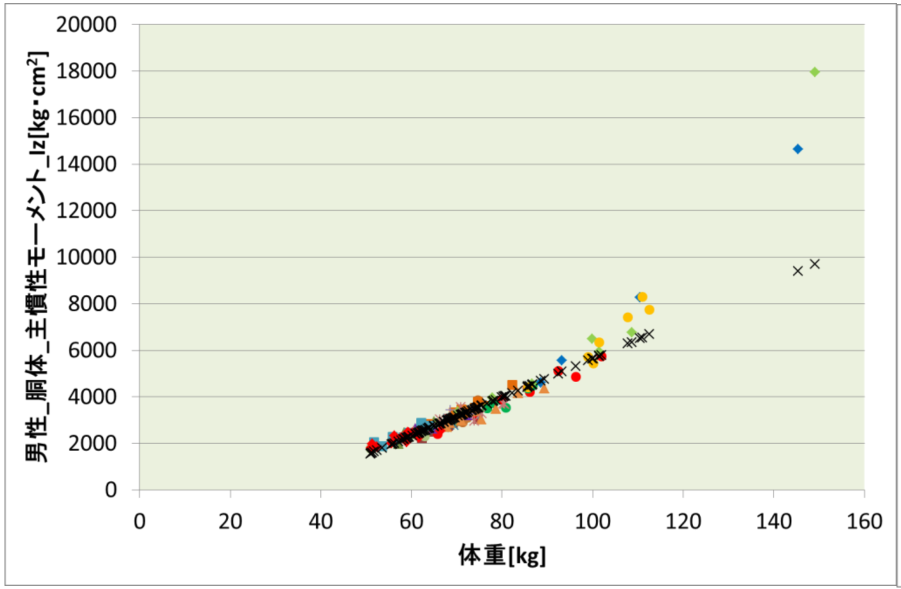


図 B-5-2 (a)　男性の胴体の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

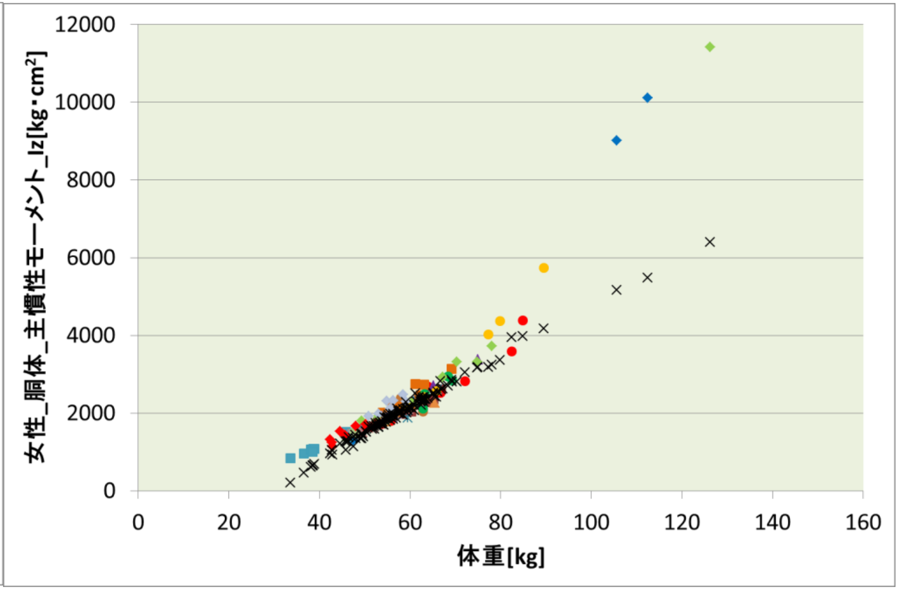


図 B-5-2 (b)　女性の胴体の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

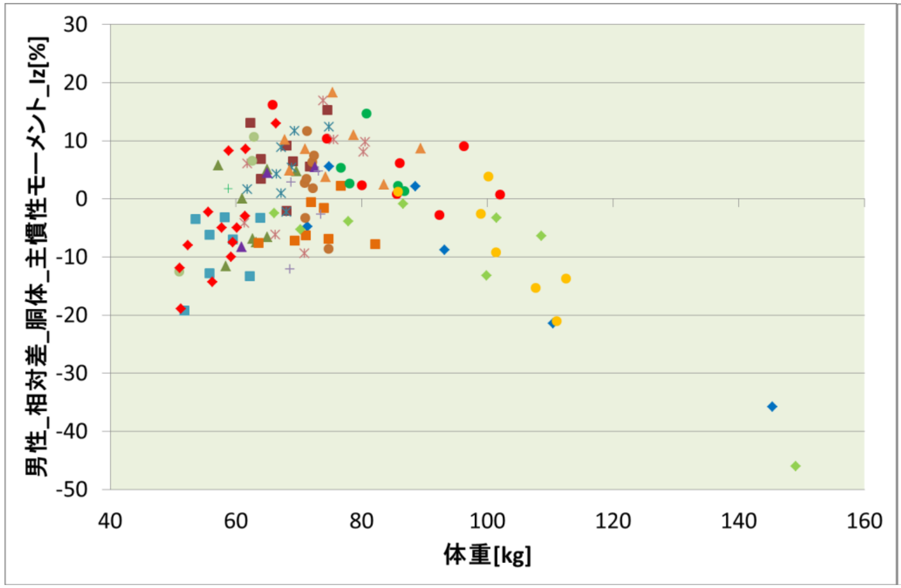


図 C-5-2 (a)　男性の胴体の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

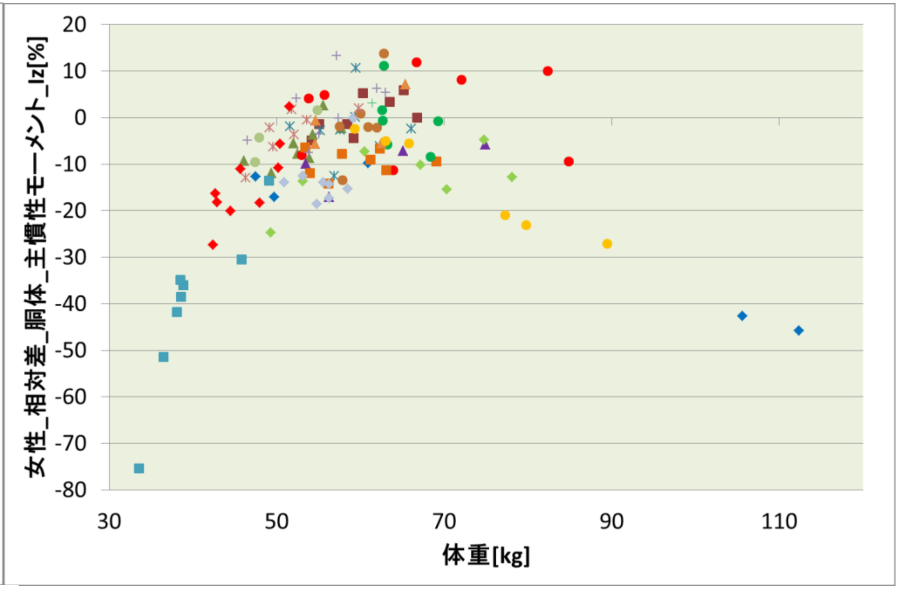


図 C-5-2 (b)　女性の胴体の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

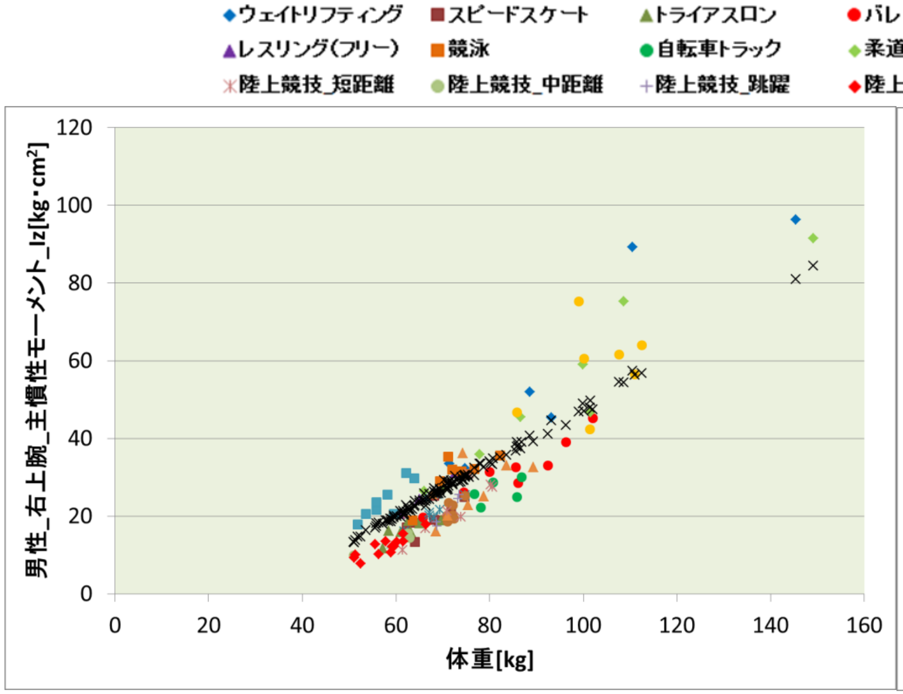


図 B-5-3 (a)　男性の右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

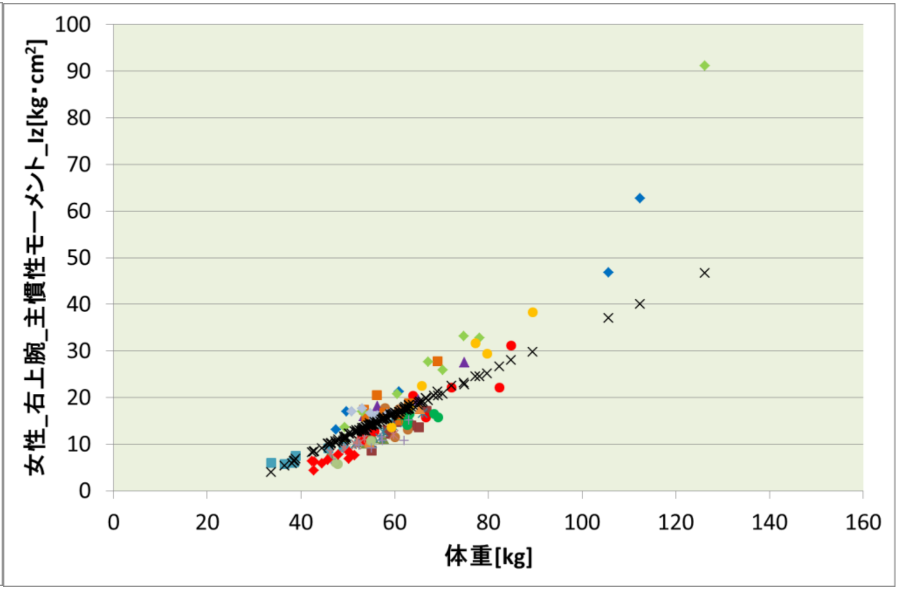


図 B-5-3 (b)　女性の右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

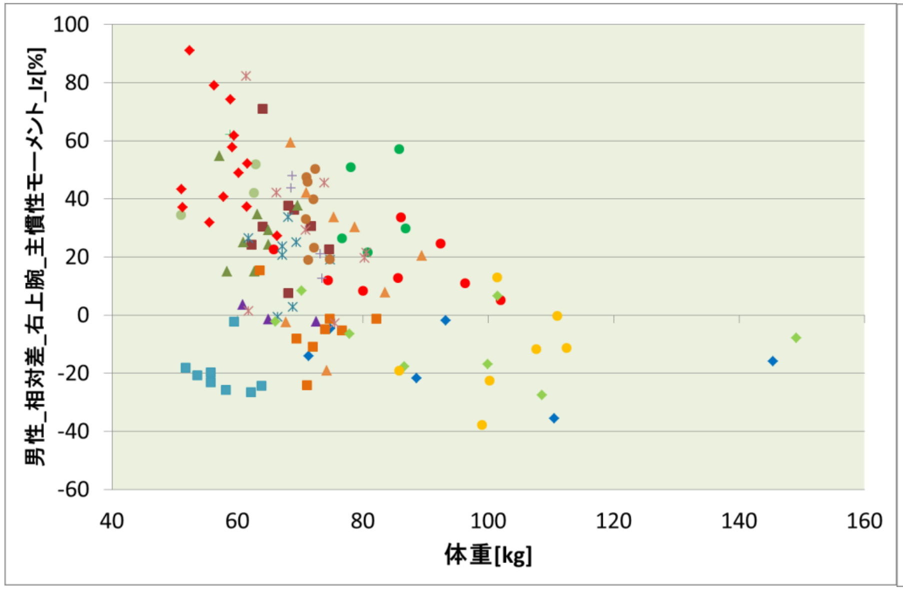


図 C-5-3 (a)　男性の右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

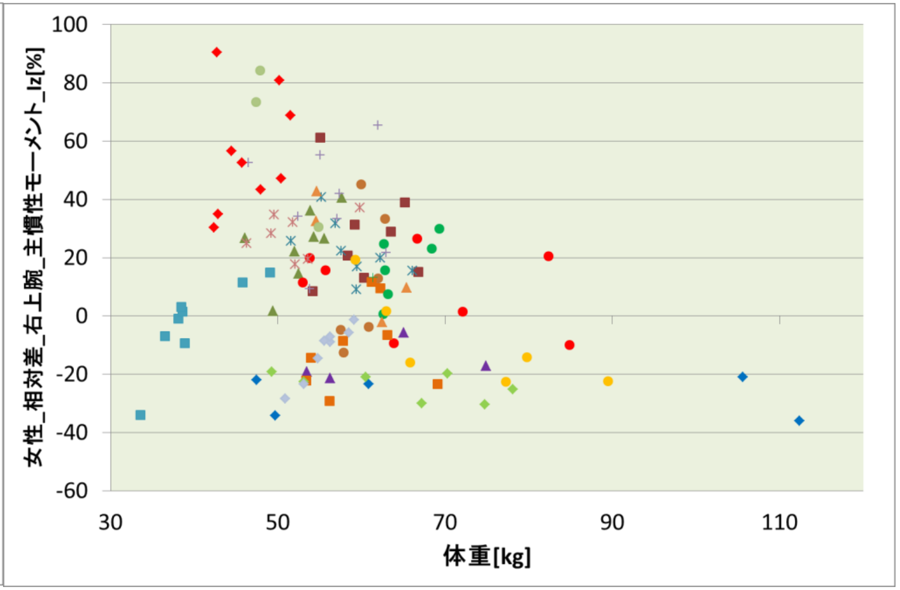
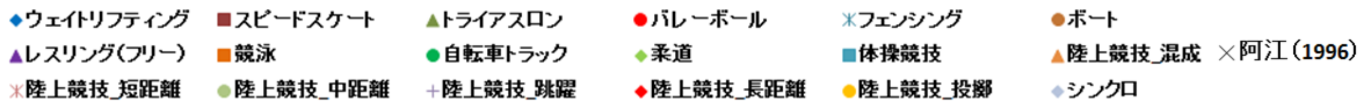


図 C-5-3 (b)　女性の右上腕の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



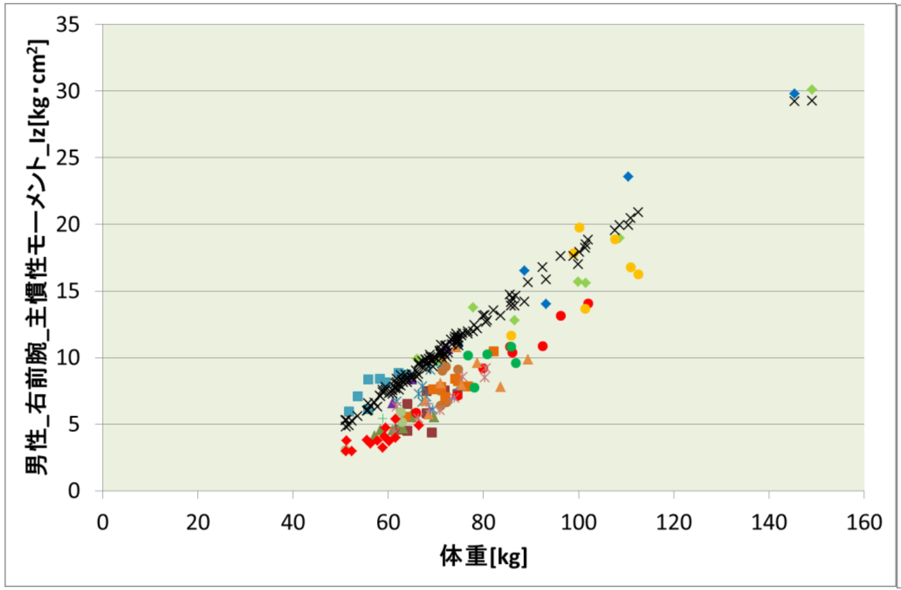


図 B-5-4 (a)　男性の右前腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

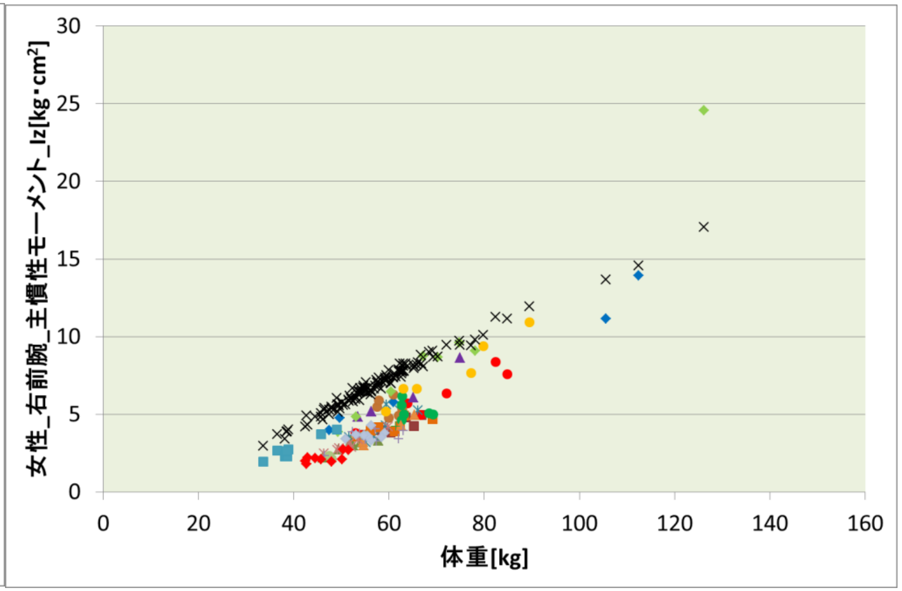


図 B-5-4 (b)　女性の右前腕の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

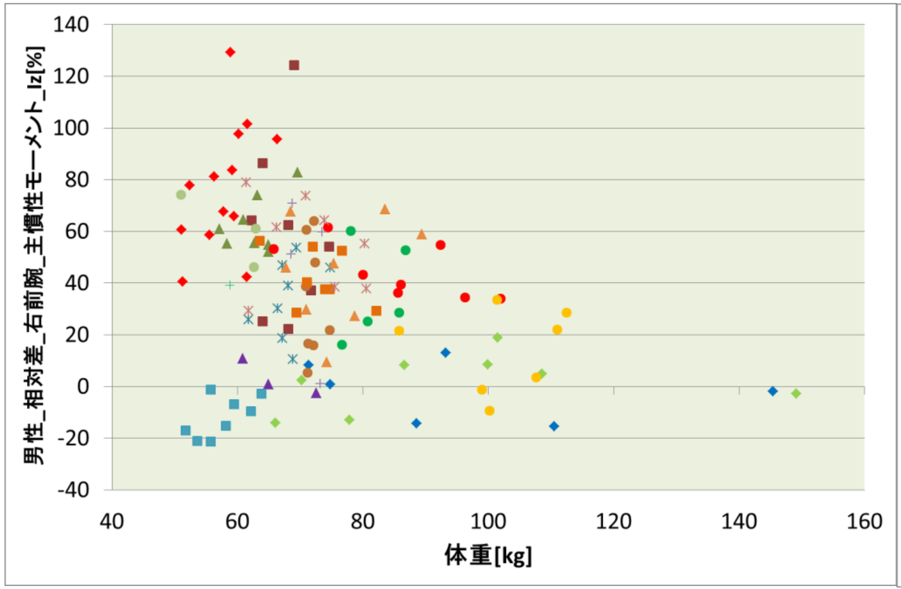


図 C-5-4 (a)　男性の右前腕の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

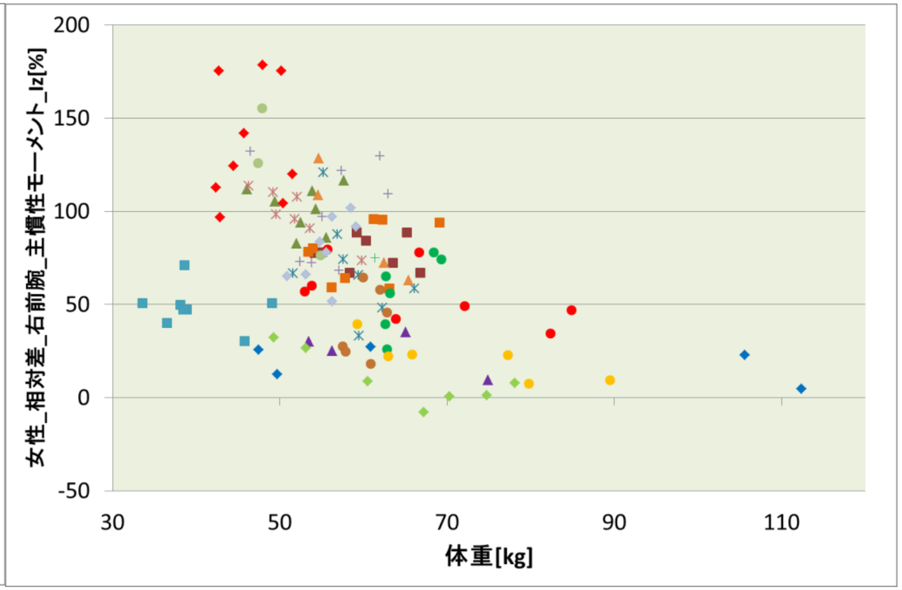


図 C-5-4 (b)　女性の右前腕の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

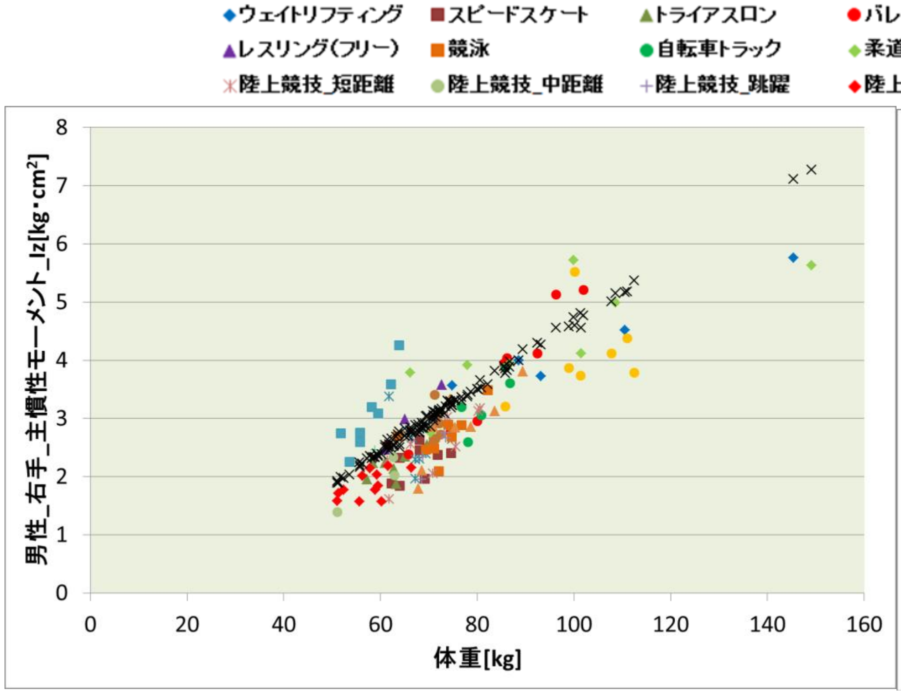


図 B-5-5 (a) 男性の右手の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

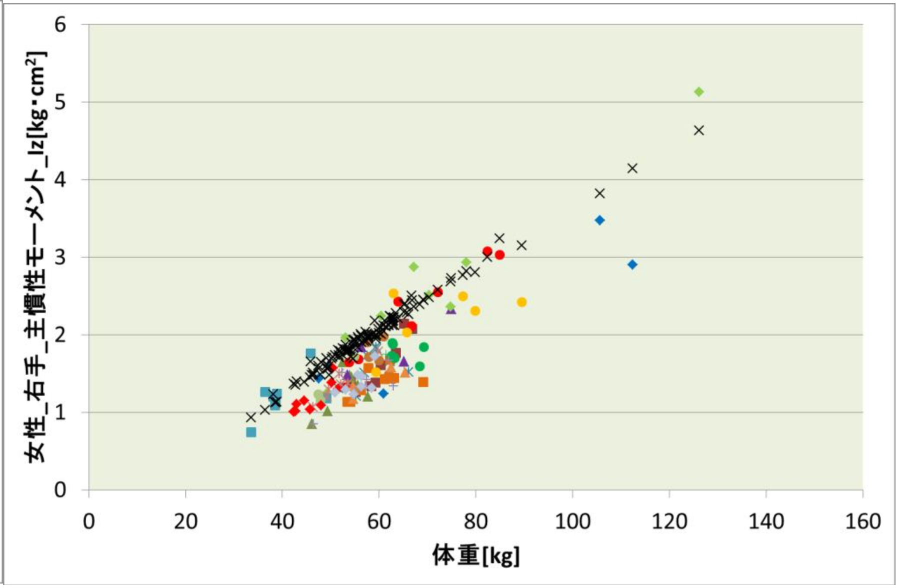


図 B-5-5 (b) 女性の右手の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

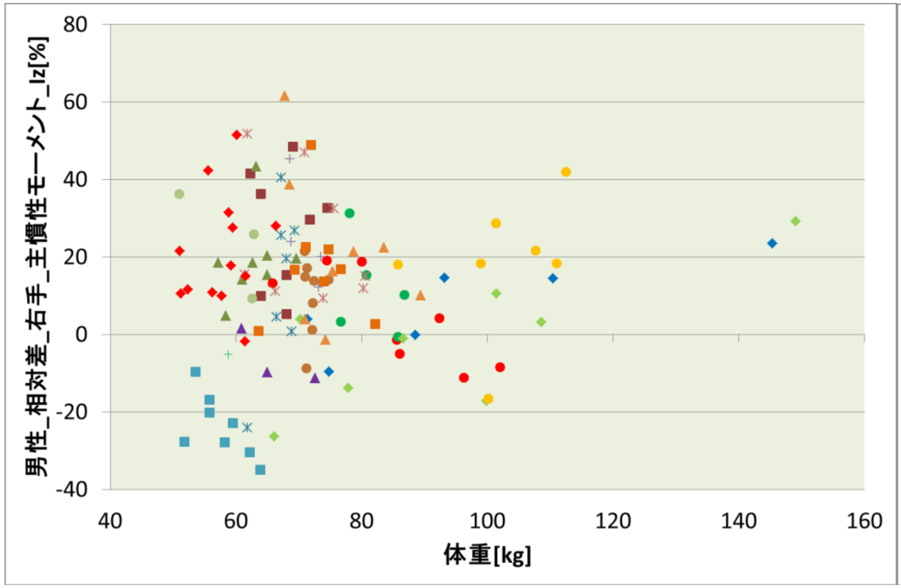


図 C-5-5 (a) 男性の右手の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

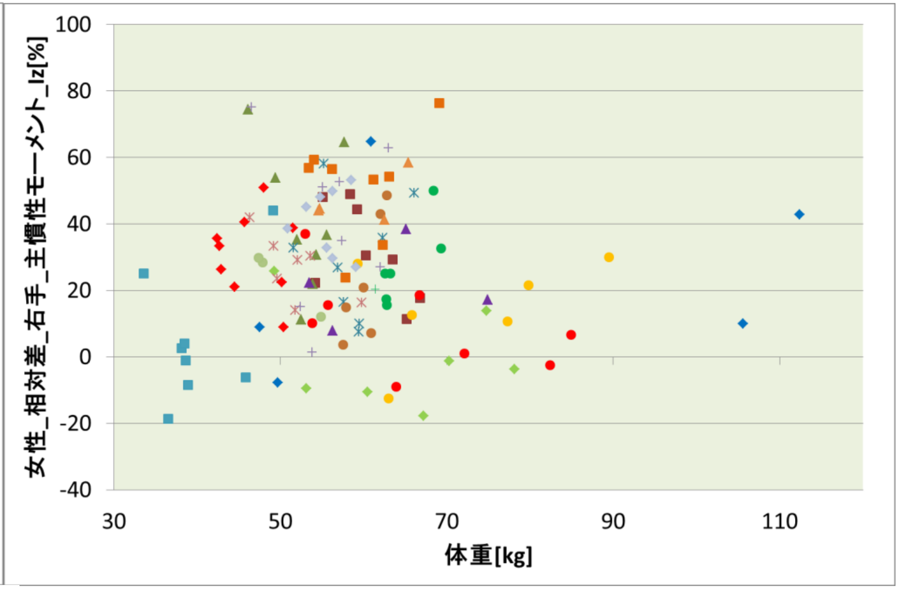


図 C-5-5 (b) 女性の右手の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

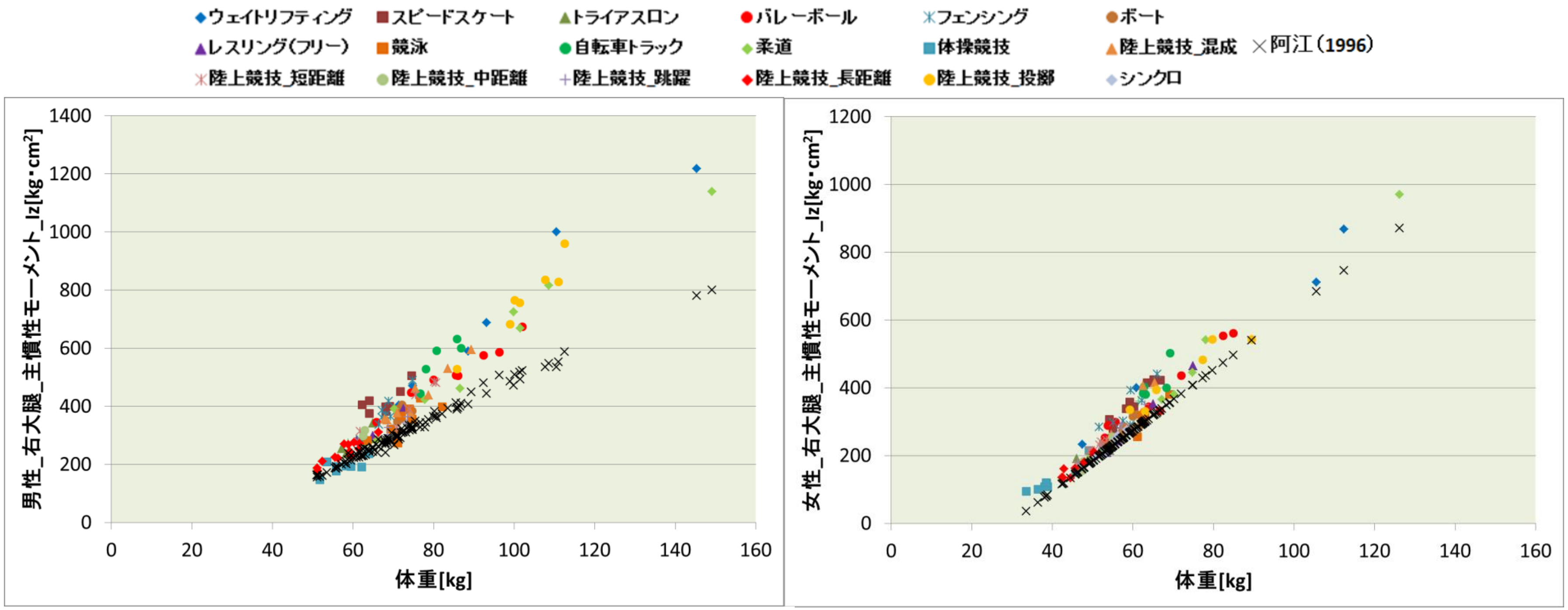


図 B-5-6 (a)　男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]　図 B-5-6 (b)　女性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

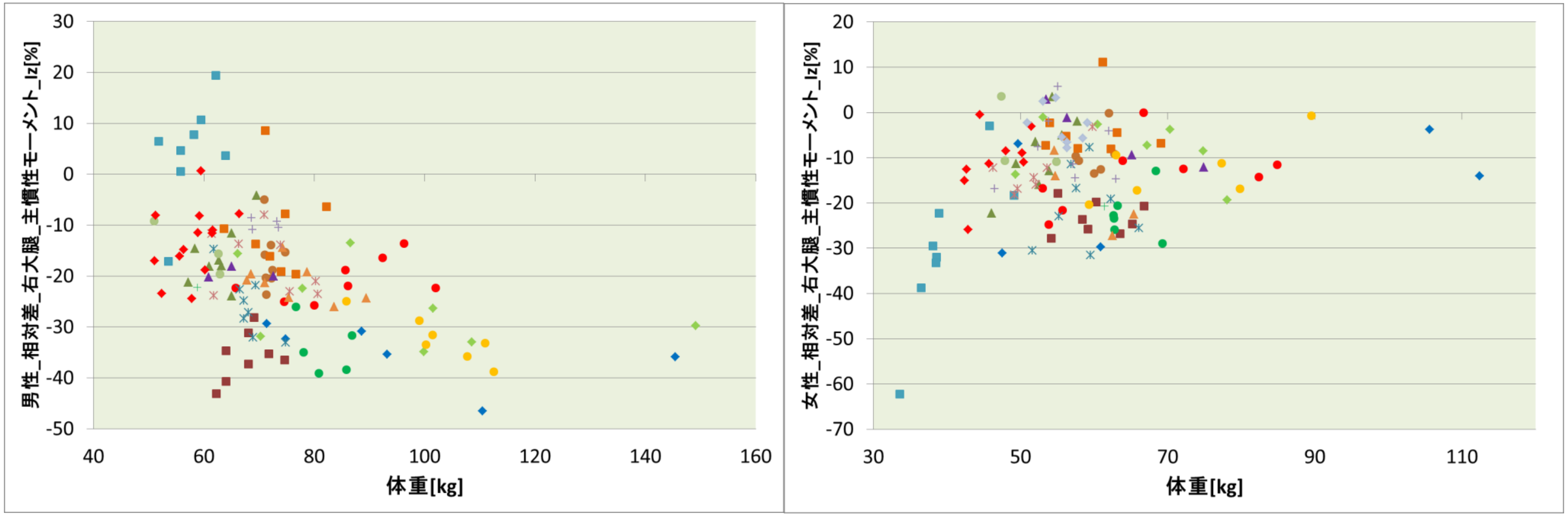


図 C-5-6 (a)　男性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-5-6 (b)　女性の右大腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

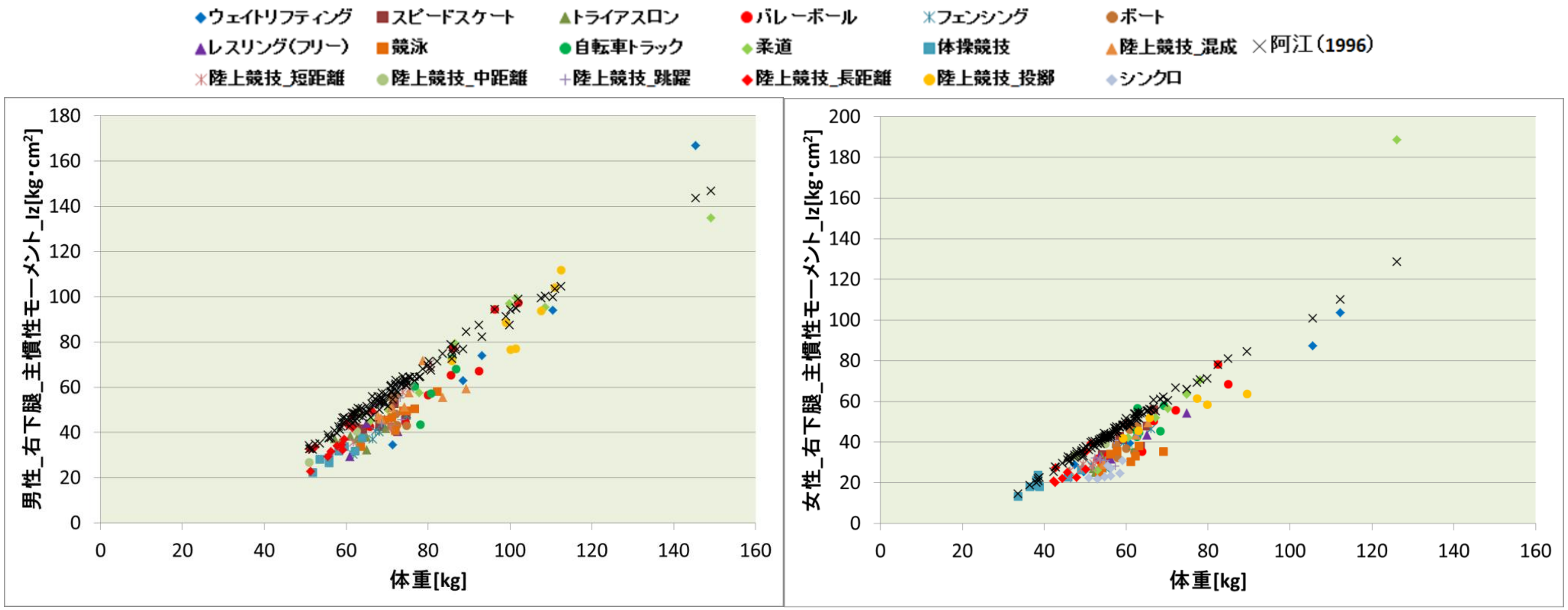


図 B-5-7 (a)　男性の右下腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]　図 B-5-7 (b)　女性の右下腿の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

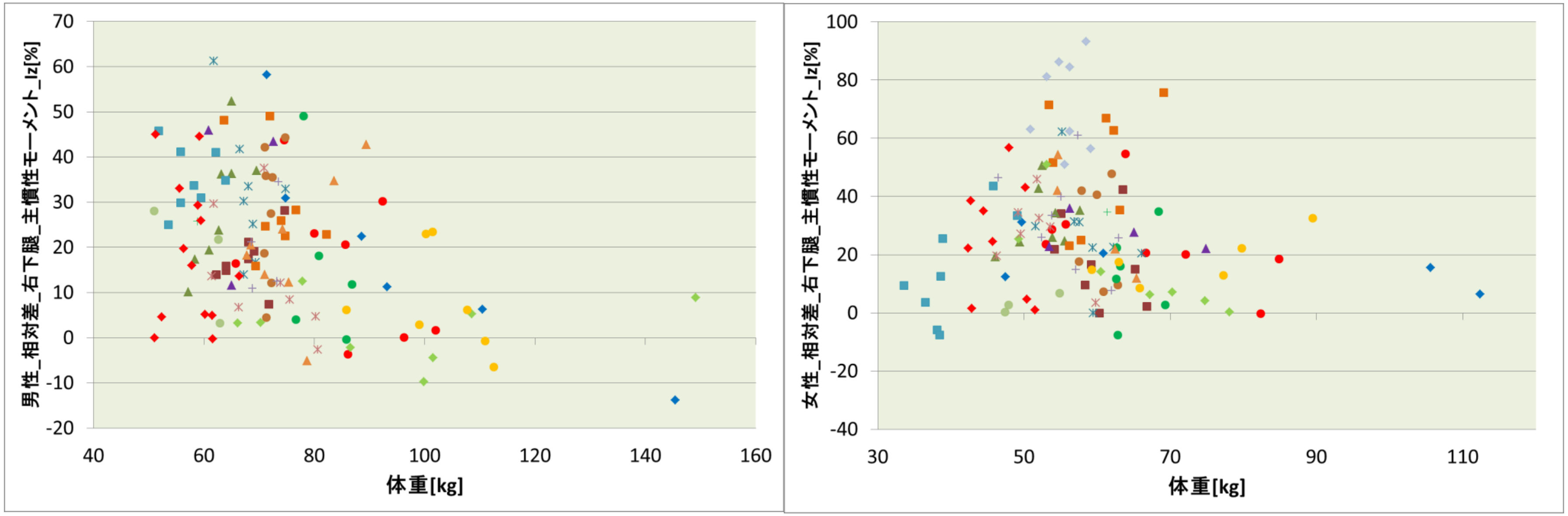
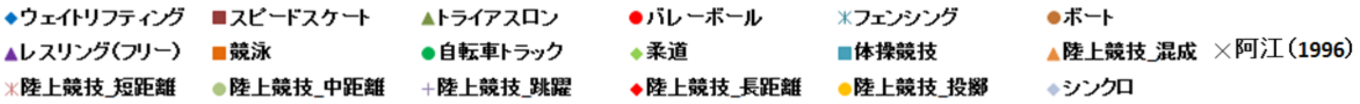


図 C-5-7 (a)　男性の右下腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 C-5-7 (b)　女性の右下腿の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



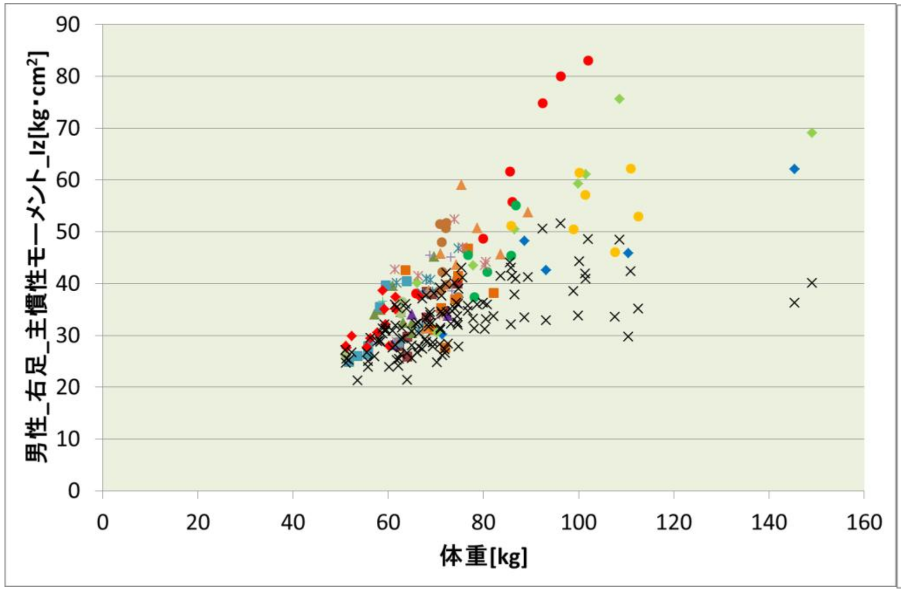


図 B-5-8 (a)　男性の右足の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

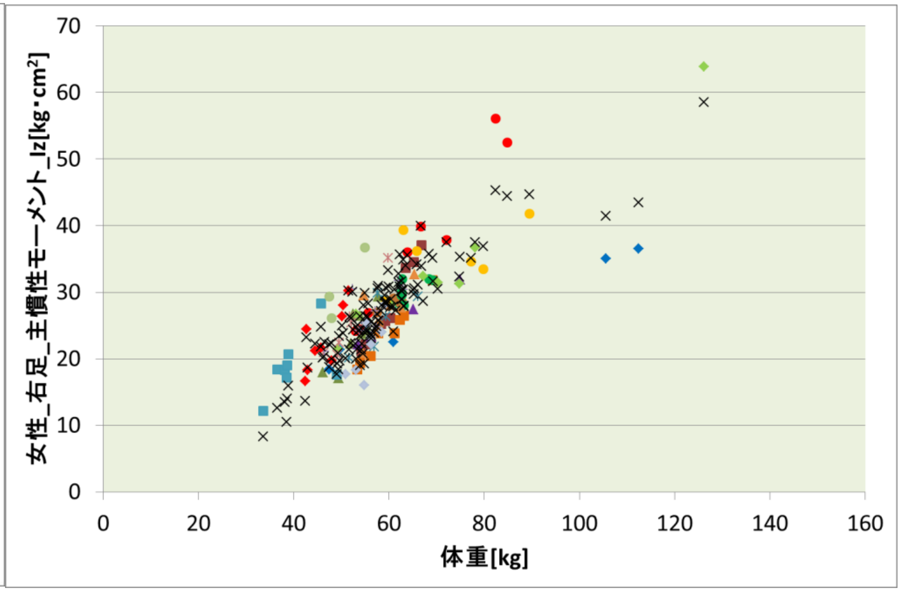


図 B-5-7 (b)　女性の右足の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

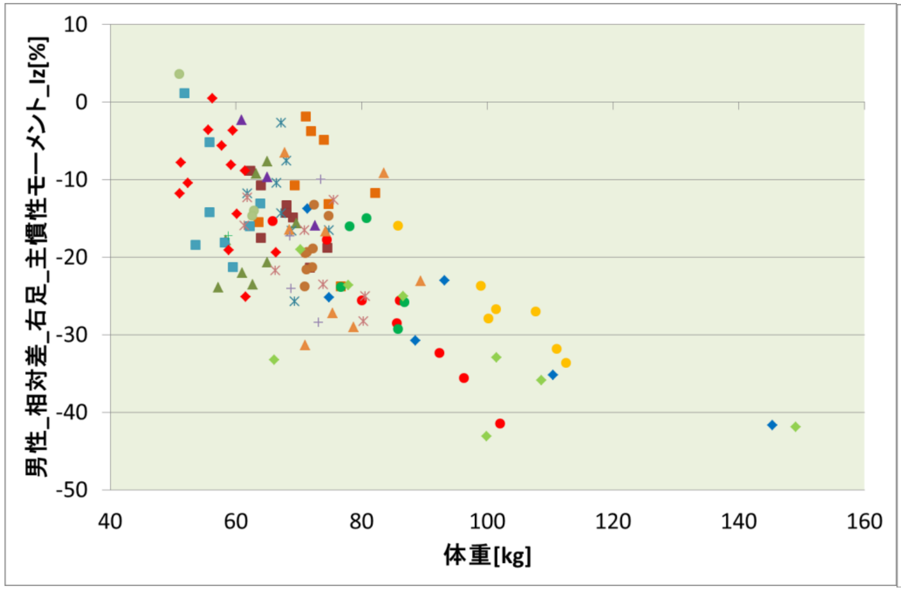


図 C-5-8 (a)　男性の右足の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

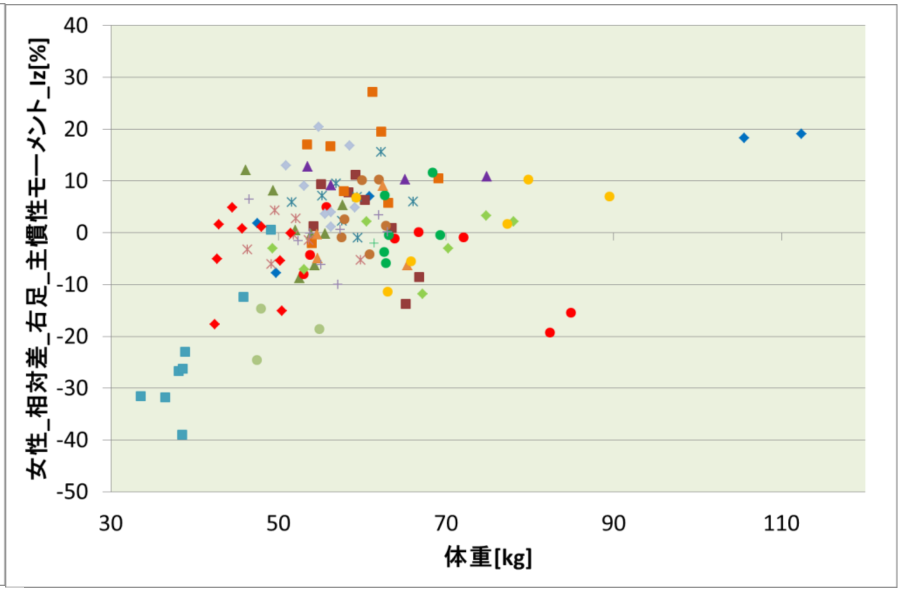
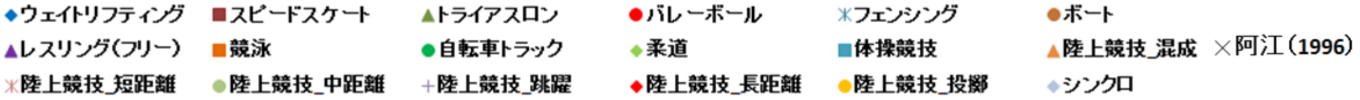


図 C-5-8 (b)　女性の右足の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]



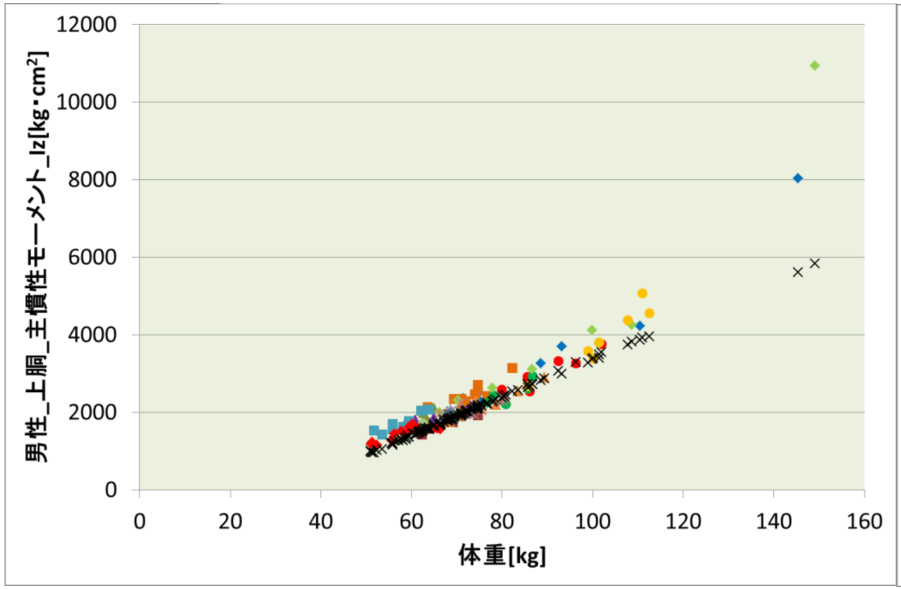


図 B-5-9 (a)　男性の上胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

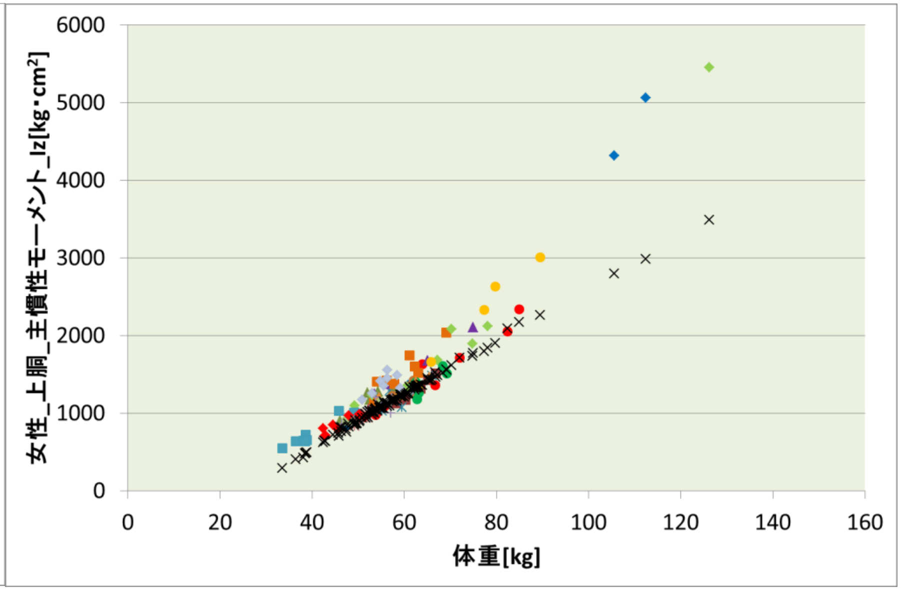


図 B-5-9 (b)　女性の上胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm²]

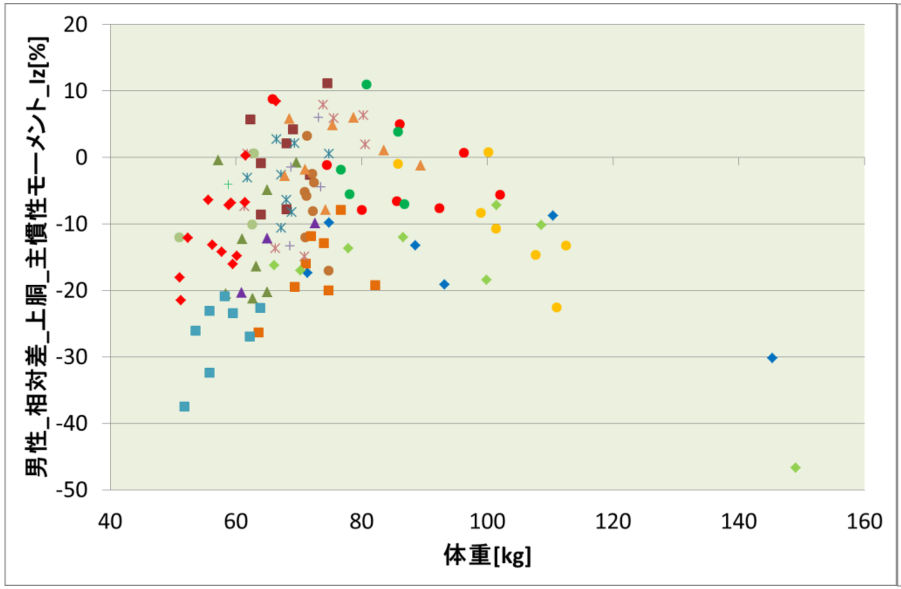


図 C-5-9 (a)　男性の上胴の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

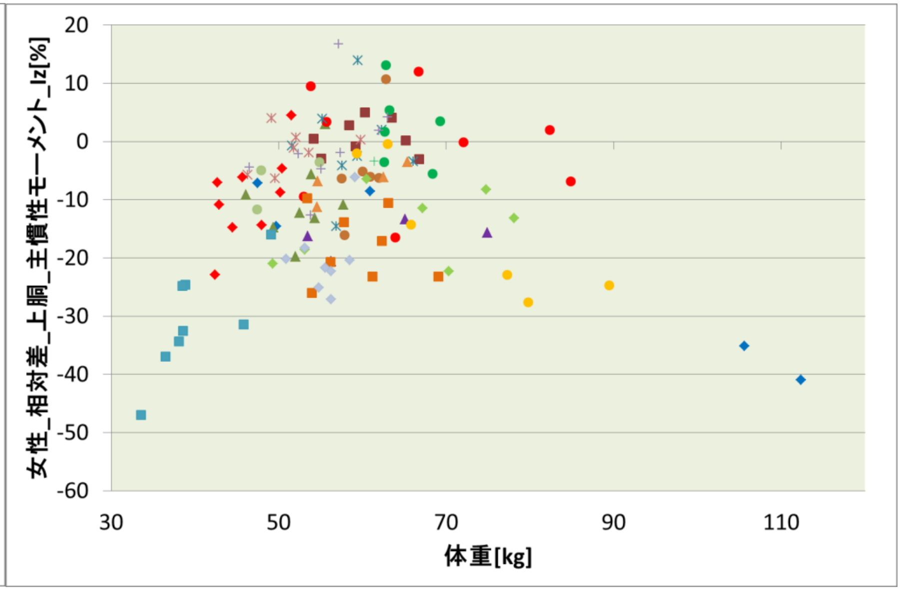


図 B-5-9 (b)　女性の上胴の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]

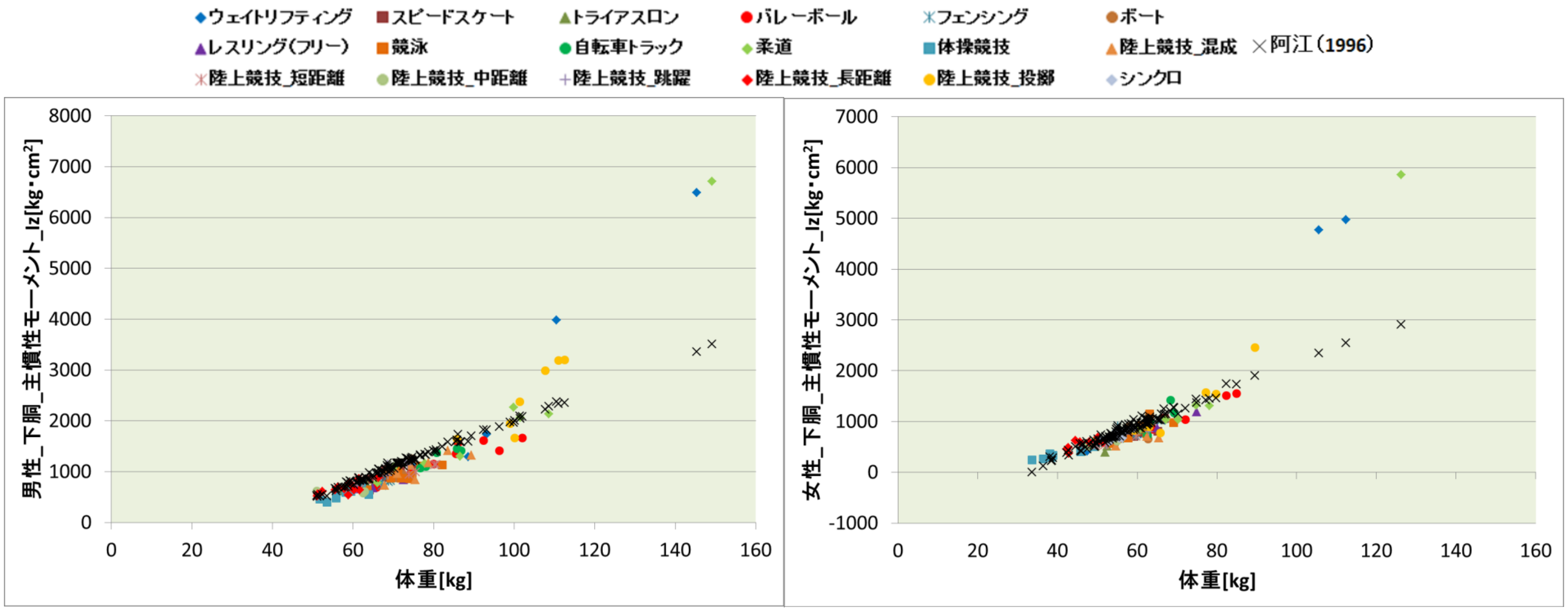


図 B-5-10 (a)　男性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]　図 B-5-10 (b)　女性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメント[kg・cm^2]

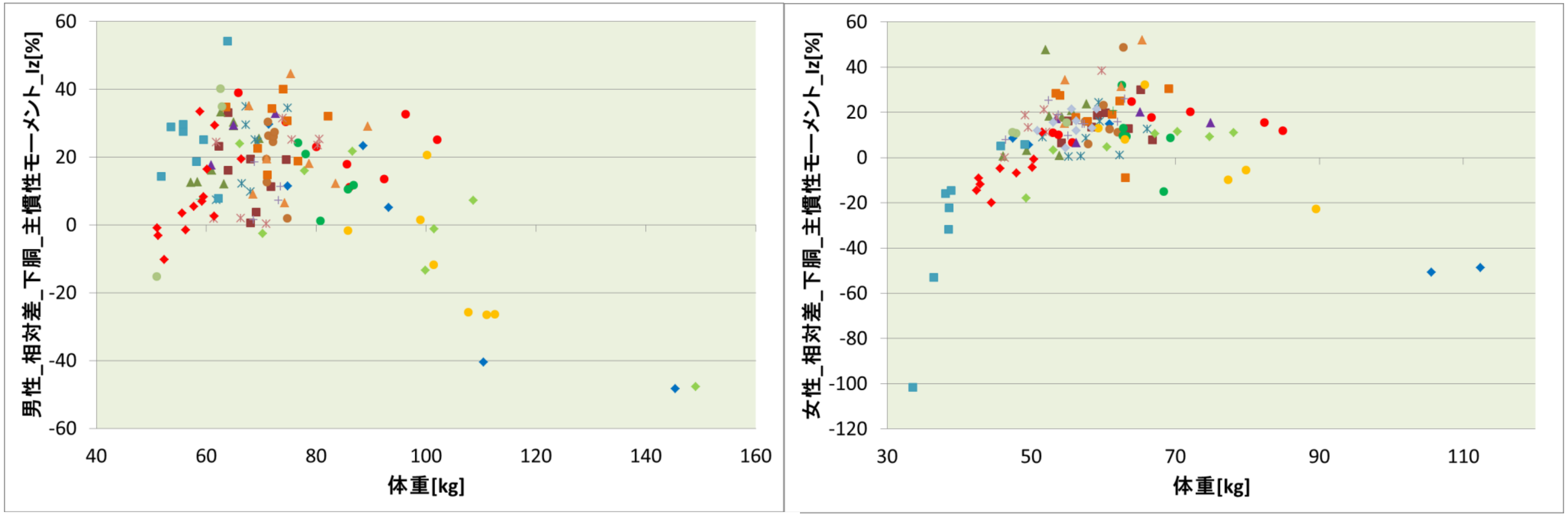


図 C-5-10 (a)　男性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]　図 B-5-10 (b)　女性の下胴の上下軸まわりの主慣性モーメントの相対差[%]